



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS:

**APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
GALLOS MARMOLERÍA SA - LURÍN, LIMA 2016**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

QUIROZ SÁNCHEZ, CARLOS ALBERTO

ASESOR:

MGTR. AÑAZCO ESCOBAR, DIXON GROKY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

.....
PRESIDENTE

.....
SECRETARIO

.....
VOCAL

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Carlos Alberto Quiroz Sánchez con DNI N° 74397448 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Industrial declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 27 de junio 2017

Carlos Alberto Quiroz Sánchez

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “La aplicación de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Gallos Marmolería SA - Lurín, Lima 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El Autor

La siguiente tesis está dedicada a mis padres por apoyarme incondicionalmente en todo momento, dándome ánimos con el único fin de culminar satisfactoriamente este proyecto, el cual fue llevado a cabo con mucho esfuerzo y empeño.

Agradecimiento:

A Dios, por ser la fuerza espiritual que me impulsa a seguir mis objetivos.

Al Ing. Gonzalo Rossello Truel por brindarme un lugar en su distinguida empresa Gallos Marmolería SA para la realización de mis prácticas.

A mi asesor, el Ing. Dixon Groky Añazco Escobar, por brindarme sus conocimientos y por ser una guía en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

Pág.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática	01
1.2. Trabajos previos (antecedentes)	07
1.2.1. Nacionales	07
1.2.2. Internacionales.....	10
1.3. Marco teórico (teorías relacionados al tema)	15
1.4. Formulación del problema	28
1.4.1. Problema general.....	28
1.4.2. Problemas específicos	28
1.5. Justificación del estudio.....	28
1.5.1. Teórica.....	28
1.5.2. Económica	29
1.5.3. Social	29
1.6. Hipótesis.....	30
1.6.1. Hipótesis general	30
1.6.2. Hipótesis específicas	30
1.7. Objetivos	30
1.7.1. Objetivo general	30
1.7.2. Objetivos específicos	31

CAPÍTULO II: MÉTODO

2.1. Diseño de investigación.....	32
2.1.1. Tipo de investigación	32
2.1.2. Nivel de la investigación.....	32
2.1.3. Diseño de investigación	32
2.2. Variables, operacionalización.....	33
2.3. Población y muestra	36

2.4. Técnicas e inst. de recolección de datos, validez y confiabilidad	37
2.5. Métodos de análisis de datos	39
2.5.1. Situación actual.....	40
2.5.2. Plan de mejora	42
2.5.3. Implementación del plan de mejora	48
2.5.4. Situación mejorada (resultados)	54
2.5.5. Análisis económico financiero	57
2.6. Aspectos éticos	59
CAPÍTULO III: RESULTADOS	
3.1. Prueba de normalidad	60
3.2. Contrastación de hipótesis	61
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	69
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN	70
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	71
CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

	Pág.
Cuadro N° 01: Comercio internacional de materiales de piedra.....	01
Cuadro N° 02: Encuesta.....	04
Cuadro N° 03: Resultados de la encuesta	05
Cuadro N° 04: Tablero de frecuencias [...] diagrama de pareto.....	05
Cuadro N° 05: Operacionalización de variables	35
Tabla N° 1: Número de ciclos por proceso	36
Tabla N° 2: Productividad – Situación actual	42
Tabla N° 3: Resumen diagrama de análisis de proceso.....	43
Tabla N° 8: Resumen diagrama de análisis de proceso.....	48
Tabla N° 13: Dimensiones – Antes y después	54
Tabla N° 14: Productividad – Antes y después	55
Tabla N° 16: Tiempo estándar – Antes y después	56
Tabla N° 17: Costo beneficio – Antes y después	58
Tabla N° 20: Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk	60
Tabla N° 21: Comp. de medias de prod. antes y después con T Student	61
Tabla N° 22: Estadísticos de prueba de T Student para productividad	62
Tabla N° 23: Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro Wilk.....	63
Tabla N° 24: Comp. de medias eficiencia antes y después con Wilcoxon	64
Tabla N° 25: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para eficiencia.....	65
Tabla N° 26: Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro Wilk.....	66
Tabla N° 27: Comp. de medias eficacia antes y después con T Student	67
Tabla N° 28: Estadísticos de prueba de T Student para eficacia	67

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Diagrama Ishikawa – Baja productividad en la planta N° 2	04
Figura N° 02: Diagrama de Pareto	06
Figura N° 03: Diseño de la ingeniería de métodos	16
Figura N° 04: Etapas de la ingeniería de métodos	18
Figura N° 05: Símbolos del diagrama de flujo	19
Figura N° 06: Símbolos del DAP	20
Figura N° 07: Flujograma de procesos de la empresa	41

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: FO - Formato N° 1.- Movimientos	77
Anexo 02: FO - Formato N° 2.- Tiempo estándar.....	78
Anexo 03: FO - Formato N° 3.- Índice de eficiencia	79
Anexo 04: FO - Formato N° 4.- Indicador de eficacia.....	80
Anexo 05: Cinta métrica: Certificado de calibración	81
Anexo 06: Cronómetro: Certificado de calibración	85
Anexo 07: Tabla N° 4 – DAP Antes: Fraccionado de macelos.....	90
Anexo 08: Tabla N° 5 – DAP Antes: Corte y pulido.....	91
Anexo 09: Tabla N° 6 – DAP Antes: Estucado	92
Anexo 10: Tabla N° 7 – DAP Antes: Acabados	93
Anexo 11: Tabla N° 9 – DAP Después: Fraccionado de macelos.....	94
Anexo 12: Tabla N° 10 – DAP Después: Corte y pulido.....	95
Anexo 13: Tabla N° 11 – DAP Después: Estucado	96
Anexo 14: Tabla N° 12 – DAP Después: Acabados	97
Anexo 15: Tabla N° 15 – Resumen general – Antes y después.....	98
Anexo 16: Tabla N° 18 – Flujo de caja antes	99

Anexo 17: Tabla N° 19 – Flujo de caja después.....	100
Anexo 18: Validación de instrumentos	101
Anexo 19: Matriz de consistencia.....	107

RESUMEN

La presente tesis que fue desarrollada es de tipo cuantitativo, pre-experimental, cuyo objetivo principal es determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016. La población de estudio fue la producción evaluada durante 15 días en la planta baldosas N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA y la muestra se determinó con una fórmula para poblaciones menores de 30, y el resultado fue de 15 ciclos para cada proceso durante 15 días. Los datos fueron recogidos mediante fichas de observación que desarrollé para registrar los movimientos, los tiempos estándar, el índice de eficiencia y el indicador de eficacia. Finalmente los resultados de la investigación lograron probar que la aplicación de ingeniería métodos incrementó la productividad en la planta de producción de baldosas de la empresa Gallos Marmolería SA, pues pasó de producir 8.25 m²/min a 14.10 m²/min.

Palabras clave: Productividad, ingeniería de métodos, tiempo estándar.

ABSTRACT

The present thesis was developed in the quantitative, pre-experimental type, whose main objective is to determine how the application of method engineering increase productivity in the marble and travertine tile plant No. 2 of the company Gallos Marmolería SA from the district of Lurín, 2016. The study population was the production evaluated during 15 days in the floor tile No. 2 of the company Gallos Marmolería SA and the sample was determined with a formula for populations under 30, and the result Was 15 cycles for each process for 15 days. The data were collected using observation sheets that were developed to record movements, standard times, efficiency index and efficiency indicator. Finally, the results of the research were able to prove that the engineering application increased productivity at the Gallos Marmolería SA tile production plant, from production of 8.25 m² / min to 14.10 m² / min.

Key words: Productivity, method engineering, standard time.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las organizaciones de hoy están experimentando cambios, es por esta razón que el mundo es cada vez más competitivo, el mercado es cada vez más riguroso, y por ello las empresas sienten que es necesario implementar nuevos métodos, tales como herramientas y/o técnicas que les ayuden a aminorar los recursos para incrementar la productividad.

La ingeniería de métodos tiene como objetivo incrementar la productividad sin recurrir a grandes inversiones de capital y sin exigir un mayor esfuerzo a la mano de obra. Este incremento de productividad se conseguirá únicamente racionalizando el trabajo, para ello se reducirá el tiempo suplementario y el tiempo improductivo.

Es muy importante que todas las empresas tengan asignados sus tiempos y movimientos para cada una de las actividades que realizan durante su jornada laboral, ya que con esto se podrá realizar un adecuado seguimiento con el fin reducir los movimientos innecesarios, tanto de materiales como de personal.

Por otra parte, según la revista 'Stone Sector 2016' el 2015 fue un año más productivo para la industria de la piedra, puesto que las estadísticas del sector a nivel mundial nos indican que alcanzaron 25.700 millones de euros de ventas, lo que corresponde a un aumento del 12,4% frente al año anterior.

CUADRO N° 01: COMERCIO INTERNACIONAL DE MATERIALES DE PIEDRA

International trade of stone materials (imports-exports)				
	2013	2014	2015	Var% 2015/2014
Value (euro)	€ 22.447.253.570	€ 22.886.277.219	€ 25.726.470.711	12,41
Quantity (tons)	79.959.092	86.163.478	77.838.605	-9,66
AUV (euro per ton)	280,7	265,6	330,5	24,43

Fuente: Elaborado por Internazionale Marmi e Macchine.

Observando el cuadro realizado por el IMM podemos llegar a conclusiones interesantes, como por ejemplo que desde el 2014 hasta el 2015, la demanda del

tonelaje se ha reducido un 10%, pero en ese mismo espacio de tiempo el precio ha conseguido subir en un 24,4%.

El mármol en el 2006 se exportó a más de 30 países, por un valor de US\$ 33 millones, representando ello un notable crecimiento de más de 30% respecto del año anterior en nuestro país. Al notar estos resultados 'Desarrollo Peruano' indicó en ese entonces, que con una tendencia así se podría alcanzar los US\$ 100 millones en unos cuatro años. Al observar estos resultados podemos darnos cuenta que el mercado del mármol tenía una productividad que prometía mucho.

Por lo expuesto, en el 2006 se descubrió que existía una cantidad significativa de mármol en nuestro país, pero jamás se cuestionó si las empresas peruanas tenían el nivel e inteligencia suficiente para usarlo productivamente, puesto que hasta el 2006 se contaba con aproximadamente 25 millones de toneladas, convirtiendo a la sierra del Perú en la principal reserva de América Latina; es por esto considero sensato citar a IPE (2006) que manifiesta que para aumentar la productividad laboral es importante una mejor educación, capacitación y tecnología. De otro modo, el aumento de la productividad laboral no sería fruto más que del ciclo económico.

Según el MEF, la productividad del trabajo en el Perú creció en 20% entre el 2001 y el 2006. Además en el sector del mármol al final del 2006 se exportó a más de 30 países, por un valor de US\$ 33 millones, representando ello un notable crecimiento de más de 30% respecto del año anterior; sin embargo en el año 2008 disminuye la demanda de mármol de la empresa Gallos Marmolería SA, por factores internacionales como el deterioro en la economía de los países desarrollados, causada por la crisis económica mundial; pero además en enero y mayo del año 2013 los envíos de mármol peruano caen en un 13%, y esto también se debió a factores externos que repercutieron en las exportaciones de este producto, con lo cual solo se alcanzó envíos por US\$7.2 millones, menores a los resultados obtenidos en el mismo periodo del año pasado, informó la gerencia de Servicios e industrias Extractivas de la Asociación de Exportadores (ÁDEX).

Cuando parecía que la industria del mármol se recuperaba en el 2014, el año 2015 vuelve a sorprender a los empresarios de este sector, ya que la exportación de

mármol y travertinos sumó US\$ 630 mil en enero de ese año, lo que significó una caída de 32,9% en comparación al mismo mes del 2014, esto se produjo debido a los menores envíos a los Estados Unidos y Ecuador, informó la Asociación de Exportadores (Adex).

Adex recordó que Ecuador impuso medidas proteccionistas a fines del 2013 y desde el 11 de marzo 2014 entró en vigencia la salvaguardia a la importación del mármol al que se le aplicó una tasa arancelaria de 45%.

Franco Serra (2015), gerente general de Gallos Marmolería, comentó que esta salvaguardia sin duda afectará gravemente a ese rubro. -dijo- “No solo tendrá un fuerte impacto en las exportaciones, sino que también impactará considerablemente los márgenes de las empresas que se verán obligadas a descontar sus precios para evitar perder la totalidad de ese mercado o a cerrar”.

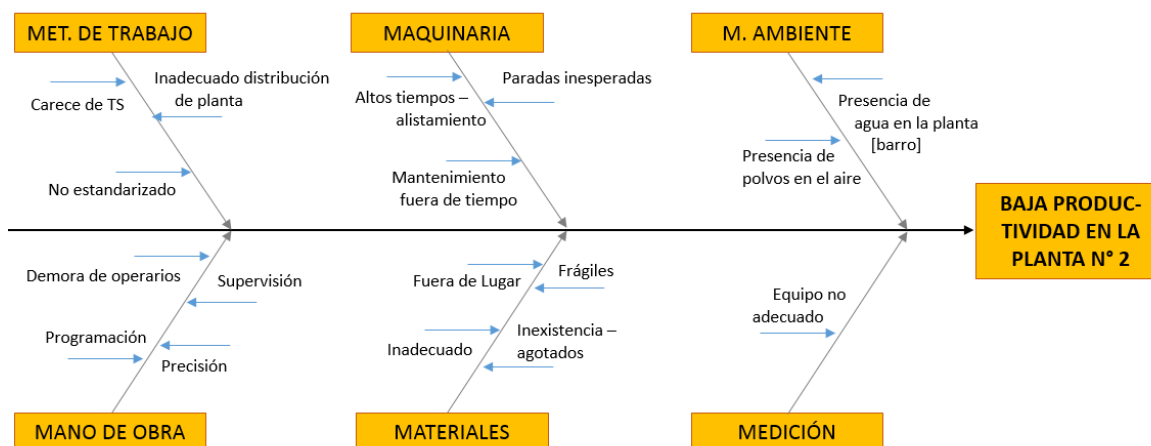
Como se ha explicado, el mercado del mármol ha atravesado momentos difíciles, lo cual ha llamado la atención de expertos en este sector y se han fijado en la empresa “GALLOS MARMOLERIA SA”, por ser la principal exportadora de mármol y travertinos de nuestro país. La empresa cuenta con cinco plantas las cuales son: las plantas de producción 1 y 2, las plantas de recuperación 3 y 4, y finalmente la planta de acabados y pedidos nacionales 5. Esta empresa actualmente cuenta aproximadamente con 250 trabajadores y se encarga de fabricar baldosas, molduras, tablillas, listelos, ovalines y entre otros productos de mármol y travertinos.

Las prácticas se están realizando en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2, y esta no cuenta con procesos estandarizados. Es por ello que se considera necesario tener métodos óptimos y dinámicos que respondan a las exigencias y necesidades del mercado donde se pueda mejorar la productividad correspondiente a los procesos de dicha planta. Para ello se aplicará métodos de trabajo como estudio de tiempos y movimientos, con la finalidad de establecer los tiempos estándares y así lograr reducir los tiempos improductivos, lo cual permitirá tener una mayor productividad en la empresa.

En el siguiente diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama de pescado, se puede detallar cuales son las causas que generan el problema

principal que es la baja productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2.

FIGURA N° 01: DIAGRAMA ISHIKAWA – BAJA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA N° 2



Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

Análisis y cuantificación de las causas específicas del problema

Se realizó una encuesta a los 4 ingenieros que tienen contacto con la planta de producción de baldosas de mármol N° 2 para que cuantifiquen las causas del problema. Los ingenieros tienen los siguientes cargos: Gerente de producción, Jefe de la planta producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2, Jefe de mantenimiento, Jefe de SSOMA.

CUADRO N° 02: ENCUESTA

¿Cuál cree usted que es la causa principal de la baja productividad en la planta N° 2?	
Califique del 1 al 10	
A. Carece de tiempo estándar.	
B. Inadecuado distribución de planta.	
C. Mantenimiento de maquinaria fuera de tiempo.	
D. Paradas inesperadas y altos tiempos de alistamiento de máquinas.	
E. Presencia de residuos en el ambiente.	
F. Demora de operarios y supervisión constante.	
G. Poca familiaridad con la programación de las máquinas.	

H. Materiales agotados e inadecuados.	
---------------------------------------	--

Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

CUADRO N° 03: RESULTADOS DE LA ENCUESTA

INGENIEROS	A	B	C	D	E	F	G	H
ING. WALTER CASTILLA	10	7	8	4	1	7	5	5
ING. JIMMY ORE CHAVEZ	8	9	8	5	2	9	4	7
ING. HENRY GALLEGOS	9	8	6	7	3	5	7	4
ING. CARLOS BRADLEY	9	6	6	6	1	8	2	6
TOTAL	36	30	28	22	7	29	18	22

Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

Ya teniendo las causas específicas del problema, se comienza a realizar el cuadro de frecuencias para que posteriormente se elabore el diagrama de pareto y así se tome la decisión más acertada.

CUADRO N° 04: TABLERO DE FRECUENCIAS CON LAS CAUSAS PARA EL DIAGRAMA DE PARETO

N°	CAUSA	FRECU.	FREC. ABSOL.	% FREC.	% F. RE. ABSOL.
1	Carece de tiempo estándar.	36	36	18.75%	18.75%
2	Inadecuado distribución de planta.	30	66	15.63%	34.38%
3	Demora de operarios y supervisión constante.	29	95	15.10%	49.48%
4	Mantenimiento de maquinaria fuera de tiempo.	28	123	14.58%	64.06%
5	Paradas inesperadas y altos tiempos de alistamiento de maquinaria.	22	145	11.46%	75.52%
6	Materiales agotados e inadecuados.	22	167	11.46%	86.98%
7	Poca familiaridad con la programación con las máquinas.	18	185	9.38%	96.35%
8	Presencia de residuos en el ambiente.	7	192	3.65%	100.00%
	TOTAL	192		100%	

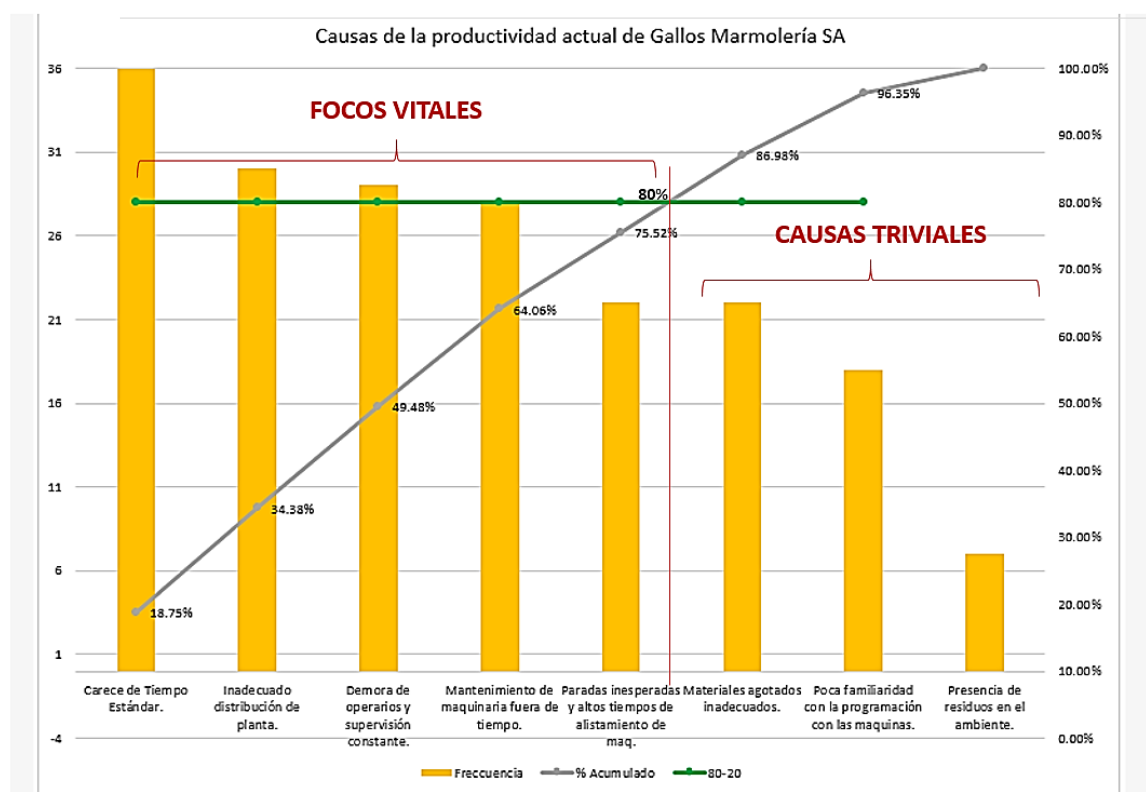
Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

Luego de haber culminado la elaboración del cuadro para diagrama de pareto, se prosigue con la realización de este, pues mostrará un tipo de esquema de barras donde los valores graficados estarán organizados de mayor a menor para que sea más sencillo detectar los problemas que tienen mayor relevancia.

En líneas generales, dicho diagrama indicará como el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

Ya listo el diagrama de pareto se prosigue con la interpretación respectiva de los resultados.

FIGURA N° 02: DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

La utilización de esta herramienta permitió visualizar que el 80% de las razones que originan la baja productividad en la planta N° 2 son ocasionadas principalmente por: Carencia de tiempo estándar; aunque también por la inadecuada distribución de planta, la demora de los operarios y mantenimiento de maquinaria fuera de tiempo;

y en menor medida por las paradas inesperadas con los altos tiempos de alistamiento de maquinaria.

De esta manera, se obtiene una lectura fácil sobre cuáles son las causas que están afectando la baja productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

Finalmente habiendo analizado otras investigaciones con las mismas variables de nuestro proyecto, surge la interrogante: ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?

1.2. TRABAJOS PREVIOS (ANTECEDENTES)

1.2.1. ANTECEDENTES NACIONALES

NOVOA ROJAS, Rocio y Terrones Lara, Marcia Alejandra (2012) en su tesis para que optar por el título profesional de Ingeniería Industrial, titulada “Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de planta de producción de embotelladora Trisa EIRL en Cajamarca para incrementar la productividad” en la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, tiene como objetivo general “Demostrar la factibilidad técnica y económica de la propuesta de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos para el aumento de la productividad de la planta de producción Embotelladora Trisa EIRL en Cajamarca”. Durante su investigación las investigadoras obtuvieron como conclusiones más importantes lo siguiente:

- El tiempo estándar propuesto para la producción por cada de bidones y botellones es de 7.55 min; con una producción de unidades/año; con una eficiencia económica por cada bidón o botellón de agua se tiene ganancia de 1.5; La eficiencia física es 84% es decir que se aprovecha el 84% de agua no tratada por cada bidón y el 16 % es desperdicio. Una productividad de mano de obra de 20 unidades/ H-H y productividad horas maquina 7 unidades/ H-M.

- Se debe tener en cuenta los costos que mitigan riesgos tales como: productividad H-H, productividad H-M, costo sanción por incumplimiento de la ley SSYST, y accidente de trabajo ya que estos generan costos muy elevados para la empresa en un total de S/129 539.86 anual.

La presente investigación explica cómo se consiguió aumentar la productividad con la estandarización de tiempos en las líneas de producción, la cual se determinó aplicando el método Reba para estudio de postura de los operarios, el método ABC para priorizar la compra de materiales e insumos y el método bimanual para conocer los movimientos empleados por los operarios.

ARANA RAMÍREZ, Luis Andrés (2014) en su tesis para que optar por el título profesional de Ingeniero Industrial, titulada “Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje” en la Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería, tiene como objetivo general “Implementar herramientas de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de carteras”. Como objetivos específicos tiene:

- Evaluar la productividad en la empresa de estudio.
- Implementar las mejoras propuestas al área.
- Incrementar la productividad en el área de producción eliminando los tiempos improductivos.

REAÑO VILLALOBOS, Raúl Ernesto (2015) en su tesis para optar por el título profesional en Ingeniería Industrial, titulada “Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C.” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, tiene como objetivo general “Identificar las principales restricciones del sistema, que reducen la eficiencia del proceso, mediante la metodología de estudio de trabajo, estudio de tiempos y movimientos, sobre la base de un

indicador importante de producción que es la productividad con relación a la materia prima, de mano de obra y económica”. Durante su investigación el autor realizó el siguiente proceso:

- Identificar las actividades que limitan la productividad en el proceso de pilado de arroz, realizando el diagrama de procesos para el estudio de métodos.
- Proponer e implementar un nuevo método, esto implicaría adquirir nueva tecnología.
- Presentar un análisis comparativo entre los indicadores de producción de la situación actual y los indicadores de producción obtenidos a través de la propuesta de mejora presentada, dando como resultado planes propuestos que permitan aumentar los indicadores de producción y por otro lado reducir tiempos de proceso.

ALIAGA Chávez, Gudelia Edell (2015). En su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial, titulado “Plan de mejora del Sistema de Producción basado en ingeniería de métodos para incrementar la productividad en una ensambladora de Extractores de aire”. En la Universidad Privada del Norte. En la presente investigación se logró determinar que:

- Se logra incrementar la productividad por medio de la implementación del Sistema de Producción de 1.52 ENS/H a 2.69 ENS/H.
- En el desarrollo de la propuesta de mejora se concluye que se logra un incremento de la productividad además de la reducción de costos operativos como: gasto por reposición de herramientas manuales, gastos por energía eléctrica y pago de bonificaciones.

1.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

AMORES, Olger y VILCA, Luis (2011), en su trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, titulado “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la

empresa H & N Ecuador ubicada en la Panamericana Norte sector Lasso para el periodo 2011-2013". En la mencionada investigación se ha utilizado fórmulas y formatos de tiempos y métodos de trabajo, asimismo el autor manifiesta, entre otras las siguientes conclusiones:

- Se estableció el porcentaje de holguras para cada trabajador de acuerdo a las actividades que realizan en las estaciones de trabajo manual: necesidades personales 5%, fatiga básica 4%, suplementos por postura de pie 2%, obteniendo un total de 11%. Este porcentaje se agregó al tiempo normal de producción más el porcentaje de calificación del operario de un 100%, para obtener el tiempo estándar, pues la empresa carecía de este.
- El tiempo inicial para la producción de 1600 pollos era de 8,46 horas, tomando en cuenta las mejoras propuestas se bajó el tiempo a 7,01 horas para el mismo número de pollos, obteniendo un ahorro de 1,45 horas en el proceso, lo que nos da un porcentaje del 17,14%. De esta manera se mejoró la productividad de la planta faenadora.
- Estos nuevos niveles de productividad obtenidos se mantendrán realizando todo lo propuesto y planteado para la planta faenadora, ya que esta contiene los requerimientos para un flujo apropiado de producción.

En la mencionada investigación se determinó que con la aplicación de estudio de tiempos y movimientos se pudo lograr el incremento de la productividad de pollos eviscerados, por lo tanto aplicar los métodos de trabajo y tiempo es beneficioso para la empresa, debido a que permite reducir tiempos, recursos y así mismo el colaborador sabrá la cantidad de productos que tiene producir durante su jornada laboral.

GAVILANES, Sofía (2011), en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Industrial, titulada "Estudio y mejoramiento continuo para optimización de tiempos y movimientos e incremento de producción en la línea envasadora de aceites alwid de la empresa LA FABRIL para el periodo 2010-2011". En la mencionada investigación se ha utilizado fórmulas y formatos de

tiempos y métodos de trabajo, asimismo la autora manifiesta, entre otras las siguientes conclusiones:

- Con la disponibilidad de herramientas de uso general y de herramientas especiales adecuadas tanto en características y cantidades, se optimizaría el uso del tiempo.
- Disponibilidad de herramientas y formatos de una forma rápida, segura y qué estén ubicadas en un solo lugar disminuirá tiempos por desplazamientos.
- Capacitando al personal de la línea envasadora, se desarrollará su desenvolvimiento en las actividades y técnicas que se proponen, con esto se logra mayor involucramiento y participación, se mejora su habilidad y se logra reducir el tiempo en el cambio de formato.

JIJÓN BAUTISTA, Klever Antonio (2013) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Industrial, titulada “Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel.” en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, tiene como objetivo general “Determinar tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel.” Entre los resultados más importantes de la investigación del autor están:

- Se desarrolló un nuevo método de trabajo que ayuda a reducir tiempos improductivos y ataca directamente a las causas que lo generan, para aumentar la capacidad de producción de la empresa y eliminar los trabajos en horas extras.
- Se elaboró una nueva distribución para reorganizar la disposición de maquinaria y estaciones de trabajo, pues con ella se elimina transportes y se reducen distancias entre estaciones de trabajo, ya que representan costos que no agregan valor al producto

ZAMORA SALINAS, Pablo (2014). En su trabajo de investigación para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial, titulado “Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa Ecuatran S.A.” Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. En dicha investigación se elaboró cursogramas sinópticos como flujo de procesos a partir de los subensambles, la ruta de procesos y las instrucciones de trabajo usadas en cada una de las secciones de la planta industria; para ello se realizó un estudio en cada una de las áreas de la planta de producción, luego se calculó los suplementos, se seleccionaron de las operaciones a ser medidas y se logró un incremento de la producción, ya que antes se producían 2 bovinas y actualmente se producen 4 bovinas.

BETANCUR CEBALLOS, Angela María y Valencia Bedoya, Yurany (2014) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Industrial, titulada “Propuesta de plan de mejoramiento para el área de corte de la empresa de confección de ropa para caballero marca Naga a través del cálculo del tiempo estándar e indicadores de productividad de procesos” en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería, tiene como objetivo general “Realizar el estudio de métodos y tiempos en el área de corte de la empresa de confección de ropa para caballero marca NAGA con el fin de lograr el mejoramiento de sus técnicas y tiempos a través del diseño de una propuesta que permita entregar con calidad y oportunidad los productos de la marca a sus clientes”. Es importante recalcar las conclusiones que manifiestan las autoras:

- A través del estudio de métodos se detectó que habían tiempos improductivos, por ello es necesario implementar mecanismos de planeación de tareas que sean ejecutadas a través de la dirección del coordinador del área para que permitan que el trabajo sea continuo y mejore la productividad.
- Es necesario reducir los tiempos suplementarios y aumentar la capacidad de confección de ropa para caballero marca Naga, y así lograr una productividad uniforme dentro de la organización.

OÑA VILLAGOMEZ, Andrea Alejandra (2014) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniera en Producción Industrial, titulada “Propuesta de mejora basado en un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la elaboración de la línea de camisetas en la fábrica GRI” en la Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería, tiene como objetivo general “Elaborar un propuesta de mejora basado en un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la elaboración de la línea de camisetas en la fábrica GRI”. Es importante mencionar que “uno de los principales procedimientos para el desarrollo de una propuesta de mejora, cualquiera sea el método utilizado, es la identificación de información datos y actividades llevadas a cabo en los procesos”, entre los aportes que considero tiene más relación con el tema de estudio están:

- La utilización de diferentes diagramas de movimientos que a su vez integran el estudio de tiempos, reflejaron que los movimientos para transportar las camisetas en proceso son significativos en cada una de las operaciones de confección, planteando modificar levemente el flujo de la línea.
- El uso adecuado de los métodos de estudio de tiempos y movimientos se pueden utilizar para mejorar la productividad de cualquier área productiva.

RIVERA CUNALATA, Lucia (2015). En su trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniera Mecánica, titulado “Estudio de puestos de trabajo en el área de ensamblaje de cabina, para optimizar tiempos de producción en la empresa Ciauto” Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Asimismo la autora manifiesta, entre las siguientes conclusiones que:

- En la presente investigación se evidenció que en el proceso dentro de la línea de ensamblaje de cabina, las operaciones se realizan en base al círculo de Deming (PHVA), se identificó que la tecnología utilizada dentro de línea cabina es semiautomática y se detectó una inadecuada

distribución de actividades y personal dentro de línea cabina, ocasionando demoras en las operaciones de ensamblaje, siendo este tiempo de 373.102 minutos.

- Se determinó que el principal cuello de botella en la línea de ensamblaje de camionetas se encuentra ubicado en la estación A4; debido a los diferentes procesos que deben realizarse en la misma. Se implementó dos carros porta herramientas en la estación transfer y A4 debido a la existencia de tiempos innecesarios, en transportes para tomar herramientas y componentes para el ensamblaje. Aplicando el método cursogramas analíticos se pudo evidenciar operaciones no productivas, debido a las distancias grandes distancias a recorrer que generaban pérdidas de tiempo. El tiempo estándar se determinó independientemente para un operario, siendo en antes de 55.72 minutos y en actualmente es de 42.64 min.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción, normalmente es utilizado como un medio para aumentar la productividad de una fábrica o instalación y por lo general requiere poco o ningún desembolso de capital.

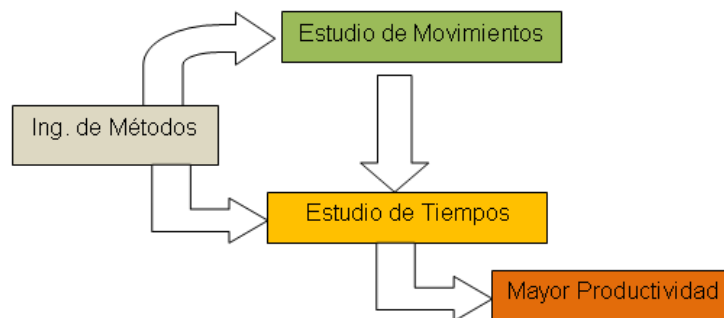
Instrumento que puede ser utilizado en todas partes; dará buen resultado donde quiera que se realice un trabajo manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al por mayor y al por menor y los restaurantes, y en las explotaciones agropecuarias; es relativamente poco costoso y de fácil aplicación; así como también es considerado uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van

descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos. (Kanawaty, 1998)

1.3.1. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería de métodos tiene como objetivo incrementar la productividad sin recurrir a grandes inversiones de capital y sin exigir un mayor esfuerzo a la mano de obra. Este incremento de productividad se conseguirá únicamente racionalizando el trabajo, para ello se reducirá el tiempo suplementario y el tiempo improductivo.

FIGURA N° 03: DISEÑO DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para Niebel (2009), la ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental de la ingeniería de métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

Con la aplicación de esta técnica lo que se busca es aumentar la producción de baldosas en una misma unidad de tiempo. Se utilizará los métodos de estudio tiempos y movimientos, para conseguir los objetivos mencionados, y así lograr el aumento de la productividad en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

La ingeniería de métodos persigue diversos propósitos tales como: mejorar los procesos y procedimientos, mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo. También se emplea para economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria, economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. La ingeniería de métodos aumentar la seguridad, crear mejores condiciones de trabajo y al mismo tiempo hacer más fácil, rápido, sencillo y el trabajo. (García, 2009)

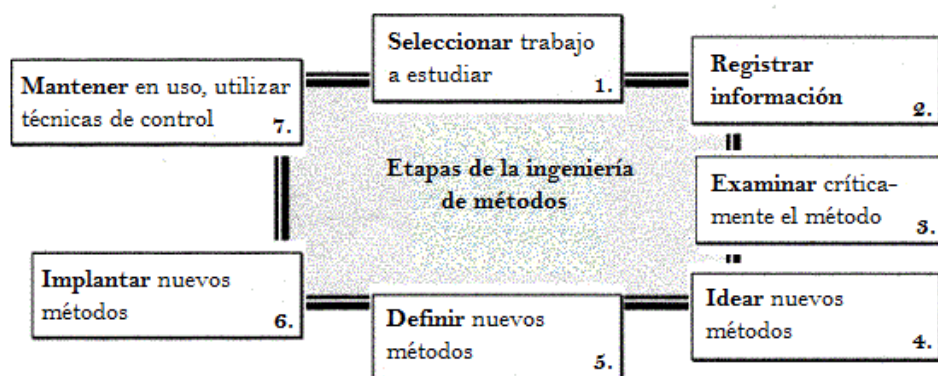
a. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Según Vásquez es un método que consiste en el estudio de técnicas de movimiento en el trabajo para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad (2012, pg. 9).

En la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA se utilizó un diagrama de análisis de procesos [DAP] para registrar cuidadosamente de los diversos movimientos que se realizan en las diferentes áreas con el principal objetivo de eliminar o reducir los movimientos ineficientes, así como también facilitar o acelerar los eficientes.

Kanawaty establece ciertos pasos correspondientes al proceso de la aplicación de la ingeniería de métodos tal y como lo resume la Figura N° 4 y detalla a continuación. (1998)

FIGURA N° 04: ETAPAS DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS



Fuente: Kanawaty, 1998.






Para poder aplicar la ingeniería de métodos es necesario primero **seleccionar**, es decir establecer el problema dentro del sistema productivo para la realización de un estudio de métodos, empleando la observación directa para representar los hechos y así garantizar la confiabilidad y seguridad de la fuente de información evaluando todos los beneficios que traería su solución.

Luego de haber seleccionado el problema dentro del sistema productivo se procede a **registrar** la información referente al método actual, esto consiste en representar gráficamente tal y como ocurren los hechos a través de la observación directa y utilizando diagramas como herramientas gráficas; el uso de estas herramientas para efectuar los registros de lo que sucede en la realización del proceso productivo es fundamental. (Kanawaty, 1998)

Deberán usar herramientas tales como:

- Los flujogramas son diagramas que nos permiten observar todos los pasos de un sistema o proceso sin necesidad de leer notas extensas. Un diagrama es comparable, en cierta forma, con una fotografía aérea que contiene los rasgos principales de una región, y que a su vez permite observar estos rasgos o detalles principales. La figura N° 4 muestra los símbolos utilizados para la elaboración de un diagrama de flujo; el cual será utilizado como modelo para elaborar el diagrama de flujo del proceso productivo de la empresa en estudio. (Martínez Ferreira, 2005)

FIGURA N° 05: SÍMBOLOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO

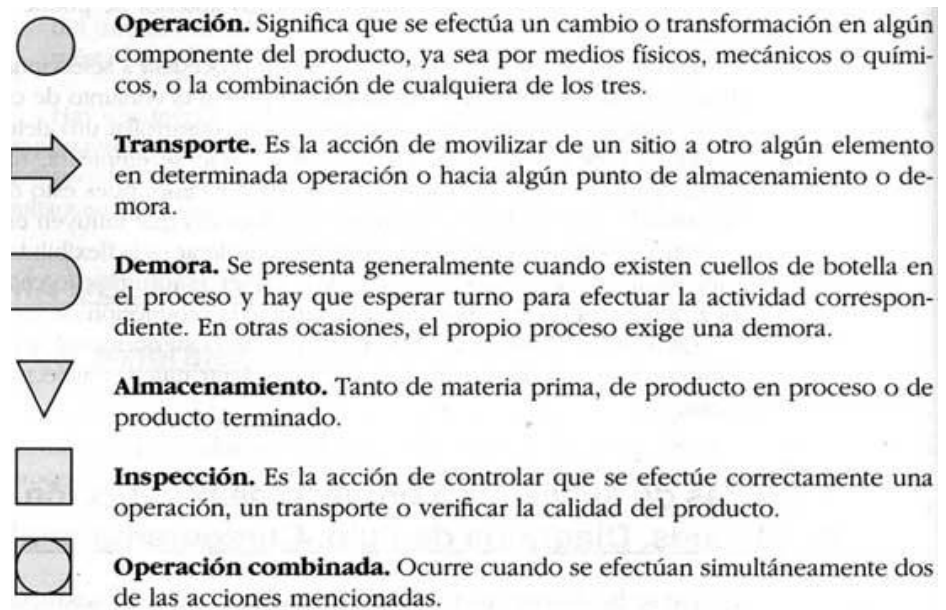
Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: Martínez Ferreira, 2005.

- El Diagrama de Análisis de Proceso (DAP); muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante su símbolo correspondiente. Es útil para documentar las actividades realizadas por una persona o máquina (tener el conocimiento en papel), encontrar y eliminar ineficiencias (costos escondidos, distancias largas, retrasos innecesarios y almacén); así mismo este diagrama registra las diversas actividades que ocurren durante la ejecución de un trabajo en el centro de producción o departamento, graficando todas por medio de símbolos. Se diferencia del DOP ya que mientras que este toma en cuenta solo las operaciones e inspecciones, el DAP considera a todas las instalaciones

recurrentes en el proceso: operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y demoras; tal y como se muestra en la figura N° 5, los símbolos utilizados para su realización. (Vásquez, 2012)

FIGURA N° 06: SÍMBOLOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS



Fuente: Vásquez, 2012.

Luego de haber registrado toda la información en base al método actual a través de las herramientas de registro que se consideren adecuadas, es tiempo de realizar el tercer paso, **examinar**; lo cual hace referencia a revisar, cuestionar, poner a prueba la información que se tiene relacionada al problema.

Es tiempo de **idear**; esto significa buscar la manera y la forma de tener en cuenta las nuevas ideas, los aspectos innovadores, los diferentes puntos de vistas de forma tal que se pueda crear un nuevo método de hacer el trabajo con detalles mejorados; es recomendable que se considere los aspectos anteriores para evaluar la necesidad de alguna modificación o inclusión. Además se debe dar garantía que lo que se está modificando mejorará las condiciones de trabajo.

Después de idear se da paso a la **definición** de la idea; desarrollar la evaluación del método ideado. Es importante que el método mejorado se consigne por escrito a través de normas de ejecución, es decir se debe generar un manual de instrucciones para el operario.

Se define la idea y se **implanta el método propuesto**; esto representa un gran reto para la empresa y el especialista encargado del estudio de métodos. La empresa debe buscar la forma de garantizar que todas las propuestas para la creación del nuevo método mejorado se den; es decir, debe planificar y ejecutar aquellas acciones que propendan a garantizar las soluciones propuestas, se debe disponer de los recursos necesarios para su materialización y debe existir la disposición de la gerencia a apoyar la propuesta de forma conjunta con todas las unidades involucradas.

Por último, **mantener en uso la aplicación del método** para la mejora de proceso es crucial; consiste básicamente en revisar de forma periódica a intervalos regulares el comportamiento, impacto y resultados del método propuesto de tal manera que se puedan detectar aquellas desviaciones que pudieran ser evaluadas para correcciones futuras, cada empresa debe desarrollar sus propios mecanismos y sistema de control que garanticen la efectividad de la propuesta, esto redundará en mejoras considerables para un aprovechamiento mejor de los recursos en la misma unidad de tiempo.

La aplicación de estas siete fases o etapas son herramientas seguras para incrementar la productividad de cualquier proceso productivo en estudio. (Kanawaty, 1998)

b. ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una actividad que generalmente siempre se lleva a cabo con un cronómetro, bien sea analizando el lugar de trabajo o una película del mismo. Los pasos que deben seguirse pasan desde separar el trabajo o tarea en elementos mensurables, hasta registrar el tiempo para cada elemento. Después de muchas repeticiones, se promedian los tiempos

obtenidos de cada elemento. Finalmente, para conseguir el tiempo medio de la tarea, se suman los promedios de los “n” elementos que componen la tarea, dividiéndolos entre dicho número de elementos “n”. (Meyers, 2000, pg.18).

En la planta N° 2 se realizará un estudio de tiempos para establecer un estándar de tiempo permisible para cada tarea a realizar, y a su vez con el estudio de movimientos se obtendrá un DAP mejorado que reflejará la reducción del número de movimientos, por lo que se tendrá que realizar otra toma de tiempos para establecer un nuevo tiempo estándar; con lo cual se demostrará como aumentó la productividad en la planta de la empresa Gallos Marmolería SA.

El estudio de tiempos fue originalmente propuesto por Frederick W. Taylor en 1881 y sigue siendo el método de estudio de tiempos más ampliamente usado. El procedimiento de un estudio de tiempo implica medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador y usarlo para establecer un estándar. (Heizer, 2009)

El estudio de tiempos exige ciertos materiales fundamentales considerados como útiles fundamentales que en todo momento debe llevar el analista, los cuales son: un cronometro, que puede ser mecánico o electrónico; un tablero de observaciones, es sencillamente un tablero liso generalmente de madera contrachapada o de un material plástico apropiado; y ya que el estudio de tiempos exige el registro de numerosos datos como códigos o descripciones de elementos, duración de elementos y notas explicativas el tercer material es un formulario. (Kanawaty, 1998)

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio; la primera es el método continuo en donde se deja correr el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento continuo y se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción; y la otra técnica es la de regreso a cero o registro de tiempos parciales en la

cual el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio. (Norberto, y otros, 2008)

Para calcular el número de observaciones requeridas hacemos uso de la siguiente formula: (Niebel, 2001)

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot t^2}{\bar{x}^2 \cdot e^2}$$

Siendo:

N = Tamaño de la muestra [Número de ciclos u observaciones]

σ = Desviación estándar de los ciclos observados

t = Constante obtenida de la T Student (2.262)

\bar{x} = Media de los ciclos observados

e = Probabilidad de error

• TIEMPO ESTÁNDAR

Según Meyers (2000), este es el tiempo requerido para elaborar un producto o realizar una tarea en una estación de trabajo bajo tres condiciones:

- 1.- Ser un operador calificado y bien capacitado
- 2.- Trabajar a una velocidad o ritmo normal.
- 3.- Hacer una tarea específica siguiendo un método establecido.

Para establecer el tiempo estándar a las tareas o procesos en la producción de baldosas, se seguirán los pasos que se muestran a continuación:

- a.- Calcular el tiempo del ciclo observado promedio.

$$22 \sum \frac{\text{tiempos registrados para realizar cada elemento}}{22}$$

$$\frac{\text{Tiempo de ciclo observado promedio}}{N^{\circ} \text{ ciclos observados}} =$$

b.- Calcular el tiempo normal o tiempo base.

$$T.\text{Normal} = T.\text{de ciclo observ. promedio} \times \text{Valoración}$$

La valoración, también es llamada factor de calificación de desempeño o factor de nivelación y se encarga de convertir el tiempo observado en un tiempo considerado “normal”, basado en la energía, empeño o ritmo que se observa en el operario al realizar una tarea (Vásquez, 2012, pg. 94).

c.- Sumar los tiempos normales de cada elemento para determinar el tiempo normal de una tarea.

d.- Calcular el tiempo estándar.

$$T.\text{Estándar} = T.\text{normal} (1 + \text{Suplementos})$$

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T.\text{efectivo del turno}]} \times 100\%$$

Según Garcia (1998) el tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, incluyendo síntomas de fatiga u otros suplementos (p. 23).

Los suplementos cumplen un papel importante, pues son el agregado que se le da al tiempo normal para obtener el tiempo estándar. Sabemos que ninguna persona es robótica o incansable

es por ello que si deseamos tener un tiempo más exacto debemos considerar ciertas tolerancias como suplementos personales, por demoras, por fatiga entre otros.

1.3.2. PRODUCTIVIDAD

Según González (2009), la productividad, se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción [...] y los recursos utilizados para obtenerla; por lo tanto también puede ser definida como la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizado para obtenerlos (p.1).

$$Productividad = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, utilidades, etc; pero nuestro caso serán unidades producidas (baldosas), mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, horas máquina, costos; pero en nuestro caso será el tiempo total empleado (horas por día de trabajo).

Según Gutiérrez (2009), la productividad es el uso optimizado de los recursos para maximizar los resultados, y por ello suele dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera [...] busca principalmente optimizar el uso de los *recursos*, lo cual implica reducir tiempos desperdiciados, paros de equipo, falta de material, retrasos, etc. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los *resultados planeados son logrados*. (pg.7).

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Se aplicará lo mencionado por Gutiérrez, porque se busca generar nuevos resultados, utilizando los mismos recursos. Para ser más claro se

maximizarán los resultados, (incrementando la producción de baldosas) mediante la optimización los recursos (lo que implicará reducir los suplementos o tolerancias que no agregan valor al producto y que pueden ser mejorados).

a. EFICIENCIA.

Para Gutiérrez (2009), la eficiencia es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados [...] se mejora optimizando recursos como, reduciendo los tiempos desperdiciados por paros en equipos, carencia de materiales, falta de balance en las capacidades, retrasos los suministro y en órdenes de compra, así como por mantenimiento y reparaciones no programadas (pg. 7-8).

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ Total}$$

$$Tiempo\ útil = \sum \text{tiempos estándar en una jornada diaria}$$

$$Tiempo\ total = \text{Tiempo o cantidad de horas que dura una jornada diaria}$$

La fórmula que usaré para hallar la eficiencia se puede apreciar arriba de este párrafo; en donde el tiempo útil será igual a la suma de los tiempos estándar durante una jornada laboral diaria, mientras que el tiempo total será la cantidad de horas que dura una jornada laboral diaria en la producción de baldosas. Es importante resaltar que habrá dos eficiencias, una para los movimientos anteriores a la implementación y la otra en base a los movimientos mejorados.

b. EFICACIA.

Gutiérrez (2009), indica que la eficacia es el grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Su objetivo principal es maximizar los resultados pero

buscando la disminución de productos con defectos, las fallas en los arranques o cualquier otra durante la operación de procesos (pg. 8).

$$Eficacia = \frac{Unds. producidas}{Tiempo \text{ útil}}$$

Unds. producidas = Cant. de un bien elaborado en un línea producción por jornada

Tiempo útil = \sum tiempos estándar en una jornada diaria

Como numerador tenemos a las unidades producidas y como denominador de la eficacia al tiempo útil; por ende podemos decir que la eficacia se centra en maximizar los resultados durante la operación de los procesos (en mi caso producción de baldosas), esto quiere decir, cuando los productos están elaborándose, mas no cuando estos estén detenidos o hayan tenido un paro inesperado. Es importante resaltar que habrá 2 eficacias, uno antes y otro después de la implementación de las mejoras.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?

- ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. TEÓRICA

La presente tesis se justifica teóricamente porque pone en práctica los conocimientos de la ingeniería de métodos en la realidad problemática de la planta N° 2. En la actualidad existe una gran variedad de teorías sobre los métodos de trabajo, basadas principalmente en el estudio de tiempos y movimientos. Esta investigación se basa en el estudio del contenido de las teorías propuestas por Frederick W. Taylor junto con el trabajo de Estudio de Movimientos de Frank y Lillian Gilbreth, y aunque no ha sido de manera directa se ha utilizado fuentes de autores que han seguido su legado. Al adquirir el know how de estos métodos de trabajo, la implementación en un sistema productivo (bien sean empresas de producción o que brindan servicios) se hará de manera más eficaz. El conocimiento que se conseguirá será de gran utilidad al momento de registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y concreta, efectuada en condiciones determinadas, y así poder analizar los diversos movimientos y tiempos empleados durante las horas que labora el personal en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2, de la empresa Gallos Marmolería SA.

1.5.2. ECONÓMICA

En la empresa Gallos Marmolería trabajan aproximadamente 250 trabajadores en un turno de 8 horas productivas por 24 días al mes, y también 40 horas en horas extras al mes, y en este determinado periodo se realizará la aplicación de métodos de trabajo como la medición de tiempos y movimientos en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 para

conseguir estandarizarlos, y así evitar incurrir en tiempos improductivos, pero además los tiempos y movimientos que se logren reducir serán utilizados para producir más baldosas de mármol y por lo tanto generar mayor utilidad. Actualmente cada trabajador gana sueldo mínimo y el pago de este se realiza semanalmente, pero descontando 10% de su AFP y otros beneficios terminan ganando S/. 178.50 soles, más S/. 30.00 soles de horas extras y S/. 45.00 soles como bono de rendimiento, lo interesante sería que estas horas extras no sean utilizadas para cumplir los pedidos sino para adelantarse al tiempo de entrega.

1.5.3. SOCIAL

Con esta investigación se conseguirá mejorar el ambiente laboral de los trabajadores que colaboran con sus actividades en el desarrollo de la empresa, mediante la responsabilidad social. Sin dejar de lado los beneficios de estos colaboradores, la ayuda a la comunidad, el compromiso y la responsabilidad con los proveedores y clientes.

Es importante resaltar que la empresa al aplicar estas mejoras logrará de alguna manera reducir la fatiga laboral, la presión y, aumentar el bienestar entre los trabajadores.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.
- La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.
- Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

CAPÍTULO II: MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación será aplicada, de enfoque cuantitativo y su diseño pre experimental.

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1.1. Según su finalidad: Es de tipo aplicada ya que ayudará a resolver el problema propuesto. A su vez es un estudio longitudinal porque los datos son obtenidos antes y después de la aplicación de la ingeniería de métodos.

2.1.1.2. Según su naturaleza: Es de tipo cuantitativa, debido a que se utilizará la recolección de datos numéricos para probar las hipótesis.

2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

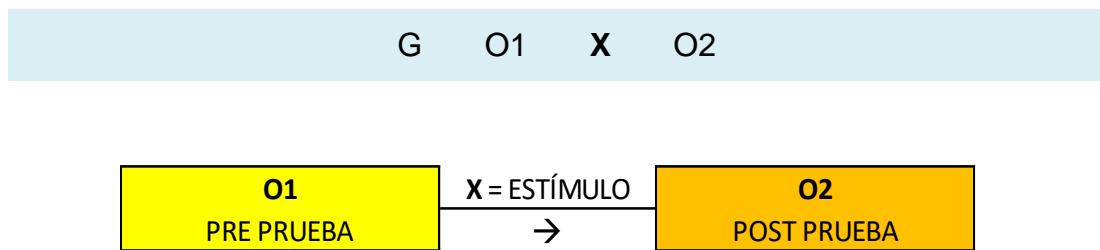
La investigación tiene un nivel explicativo, que nos permitirá reconocer, e indagar el porqué de las causas y efectos del problema para luego aplicar los conocimientos en la solución del problema.

2.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández (2008) una investigación de diseño pre experimental, consiste en administrar a un grupo, un tratamiento o estímulo en la modalidad de solo postprueba o en la preprueba-postprueba.

Por tanto el diseño es pre experimental, pues se trabaja con un solo grupo para estudiar el comportamiento de la productividad [variable dependiente] antes y después la aplicación de la ingeniería de métodos [X], aplicándose una pre prueba y luego del estímulo una post prueba.

El diseño de la investigación va de la siguiente manera:



G: Grupo o muestra

O1: Productividad antes de aplicar la ingeniería de métodos

O2: Productividad después de aplicar la ingeniería de métodos

X: Aplicación de la ingeniería de métodos

El diseño es pre experimental, pues no cumple con los requisitos para ser considerado un experimento verdadero, al no ser posible la manipulación de la variable independiente y además tampoco se trabajó con grupo de control y experimental; pero si se sometió a una prueba de un antes y un después para resolver nuestro problema.

2.2. VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONALIZACIÓN

Las variables a estudiar serán enunciadas a continuación señalando la categoría de cada una de ellas, (independiente, dependiente, etc.). A continuación se mostrará un cuadro de operacionalización donde se encuentren los siguientes elementos:

- Las variables.
- La definición conceptual.
- La definición operacional.
- Las dimensiones
- Los indicadores
- Las escalas de medición

2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE - INGENIERÍA DE MÉTODOS

Para Salazar (2012), la ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico de la metodología existente y proyectada [...] tiene como objetivo fundamental aplicar métodos más sencillos y eficientes para lograr aumentar la productividad de cualquier sistema productivo. (p. 19).

2.2.3. VARIABLE DEPENDIENTE - PRODUCTIVIDAD

Según González, la productividad se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción [...] y los recursos utilizados para obtenerla; por lo tanto también puede ser definida como la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizado para obtenerlos (2009, p.1).

CUADRO N° 05: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE INGENIERÍA DE MÉTODOS	Para Salazar (2012), la ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico de la metodología existente y proyectada [...] tiene como objetivo fundamental aplicar métodos más sencillos y eficientes para lograr aumentar la productividad de cualquier sistema productivo. (p. 19).	El proceso mediante cual se medirán los métodos de trabajo serán las técnicas de estudio de movimientos, la aplicación de mejoras en esta y la repercusión de estos cambios en el estudio de tiempos.	ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	$N^{\circ} MR = MA - MM$ <p>N° MR= N° movimientos reducidos MA= movimientos actuales MM= movimientos mejorados</p>	RAZÓN
			ESTUDIO DE TIEMPOS	$TS = TN * (1 + S)$ <p>TS= tiempo estándar TN= tiempo normal S= suplementos</p>	RAZÓN
DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	Según González, la productividad se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción [...] y los recursos utilizados para obtenerla; por lo tanto también puede ser definida como la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizado para obtenerlos (2009, p.1).	El proceso mediante cual se medirá la productividad será a través de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia; para lograr maximizar resultados y a su vez minimizar la utilización de los recursos.	EFICIENCIA	$E_{FEA} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$ <p>E_{FEA}= Eficiencia</p>	RAZÓN
			EFICACIA	$E_{FAA} = \frac{\text{Unds. producidas}}{\text{Tiempo útil}}$ <p>E_{FAA}= Eficacia</p>	RAZÓN

Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. POBLACIÓN

La población del presente estudio, está constituida de la producción evaluada durante 15 días en la planta baldosas N° 2 de la empresa GALLOS MARMOLERÍA SA, Lurín 2016.

2.3.2. MUESTRA

La muestra del estudio está constituida por el número de ciclos diarios de cuatro procesos en una producción evaluada durante 15.

El número de ciclos por día se calcula para cada uno de los procesos y se realiza por métodos estadísticos a través de la distribución T Student por tener datos menores a 30 observaciones. Los estimadores estadísticos que se consideraron fueron: Nivel de confianza del 95% con una probabilidad de 5% de error. Las muestras (número de ciclos) se determinaron por la fórmula siguiente:

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot t^2}{\bar{x}^2 \cdot e^2}$$

σ = Desviación estándar de los ciclos observados

t = Constante obtenida de la T Student (2.262)

\bar{x} = Media de los ciclos observados

e = Probabilidad de error

N = Número de ciclos [tamaño de la muestra]

TABLA N° 1: NÚMERO DE CICLOS POR PROCESO

NOMBRE DEL PROCESO	NÚMERO DE CICLOS
Fraccionado de macelos	15 ciclos
Corte y pulido de filañas	15 ciclos
Estucado de filañas	15 ciclos
Acabado de baldosas	15 ciclos

Se determinó que el tamaño de las muestras es de 15 ciclos para cada proceso. Los cálculos se realizaron con ayuda de una hoja de Excel.

2.2.3. MUESTREO

En esta investigación, la técnica de muestreo seleccionada, es de tipo probabilístico simple, ya que en el proceso de selección, cada elemento que compone la población tiene una probabilidad similar e independiente de ser incluido en la muestra.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Para la recolección de datos en una investigación científica se procede básicamente por observación, por encuestas o entrevistas a los sujetos de estudio y por registros.

2.4.1. TÉCNICA

Observación: Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los datos de acuerdo con algún esquema previsto y de acuerdo al problema que se estudia. (Fernando, 2015, p.14).

2.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fichas de observación:

Son instrumentos de la investigación de campo. Se usan cuando el investigador debe registrar datos que aportan otras fuentes como son personas, grupos sociales o lugares donde se presenta la problemática. Estos instrumentos son muy importantes, evitan olvidar datos, personas o situaciones, por ello el investigador debe tener siempre a la mano sus fichas para completar el registro anecdótico que realiza cuando su investigación requiere trabajar directamente con ambientes o realidades. (Herrera, 2011, p.12).

Fichas:

- FO1: Ficha de observación: “Formato N° 1.- Movimientos” **[Ver Anexo 1]**
- FO2: Ficha de observación: “Formato N° 2.- Tiempo Estándar” **[Ver Anexo 2]**
- FO3: Ficha de observación: “Formato N° 3.- Índice de eficiencia” **[Ver Anexo 3]**
- FO4: Ficha de observación: “Formato N° 4.- Indicador de eficacia” **[Ver Anexo 4]**

Instrumentos:

- Cinta métrica: “Con certificado de calibración” **[Ver Anexo 5]**
- Cronómetro: “Con certificado de calibración” **[Ver Anexo 6]**

2.4.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.3. VALIDEZ

Según Hernández (2010) la evidencia sobre la validez del contenido se obtiene mediante las opiniones de expertos y al asegurarse que las dimensiones medidas por el instrumento sean representativas del universo o dominio de dimensiones de la(s) variable(s) de interés. La evidencia de la validez de constructo se obtiene mediante el análisis de factores. Tal método nos indica cuántas dimensiones integran a una variable y qué ítems conforman cada dimensión (pág. 304).

El instrumento se someterá a juicio de expertos, los cuales serán ingenieros industriales. [Ver anexo].

2.4.3. CONFIABILIDAD

Según Hernández (2010) La confiabilidad se calcula y evalúa para todo el instrumento de medición utilizado, o bien, si se administraron varios

instrumentos, se determina para cada uno de ellos. Asimismo, es común que el instrumento contenga varias escalas para diferentes variables, entonces la fiabilidad se establece para cada escala y para el total de escalas (pág. 300).

Para determinar la confiabilidad del instrumento tanto el cronómetro como la cinta métrica serán avalados por los certificados de calibración que cada uno de estos tiene.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En el análisis de datos se empleará las técnicas cuantitativas debido a que los datos se presentan en forma numérica. Se realizará análisis ligado a las hipótesis, ya que las hipótesis planteadas en el estudio debe ser objeto de una verificación.

Finalmente es importante indicar que el análisis de datos se realizará con la ayuda del programa estadístico SPSS versión 23.

a. Análisis descriptivos: Para realizar la prueba de normalidad se empleó el método de Shapiro Wilk debido a que la población es menor de 30, de acuerdo al resultado que se obtenga luego de aplicar Shapiro Wilk, veremos si los datos son paramétricos o no paramétricos y así mismo obtendremos las medias de las variables.

b. Análisis relacionados con las hipótesis: Para realizar la contrastación de las hipótesis, se tomará en cuenta los análisis descriptivos obtenidos, para que nos indiquen que acciones tomar en relación a si son o no paramétricos y así con este instrumento verificar lo que se ha planteado en las hipótesis.

La regla con la que se analizará los datos es la siguiente, si nuestra prueba de normalidad nos diese paramétrico tendríamos que trabajar con el estadígrafo T Student, por el contrario si fuese no paramétrico deberíamos utilizar a Wilcoxon.

- **Definición de Variables**

En el análisis de datos se empleará las técnicas cuantitativas debido a que los datos se presentan en forma numérica. Se realizará análisis ligado a las hipótesis, ya que las hipótesis planteadas en el estudio debe ser objeto de una verificación.

H_0 : La aplicación de ingeniería de métodos no incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

H_a : La aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

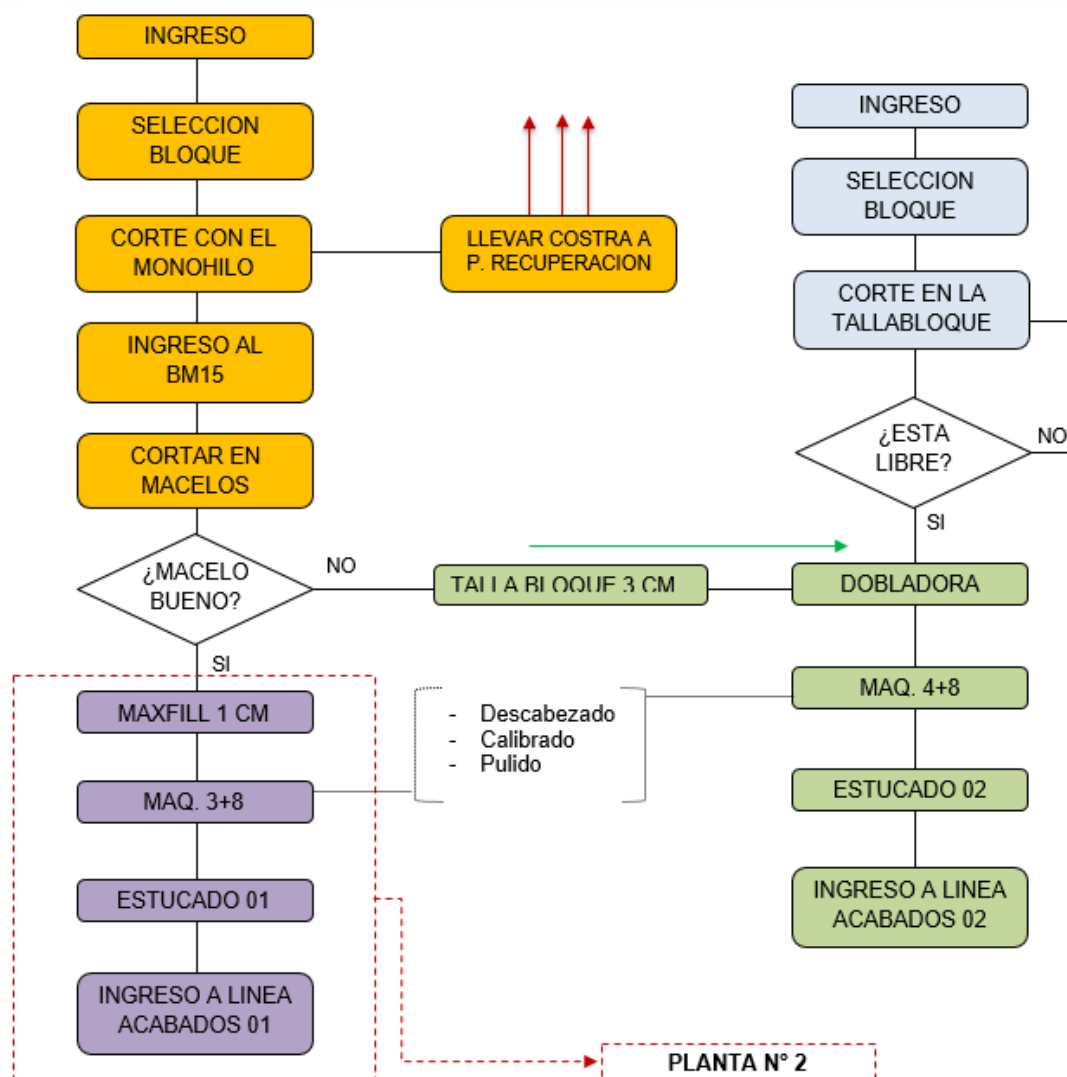
2.5.1. SITUACIÓN ACTUAL

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Se realizó un análisis cuidadoso de todos los procesos por los que tenía que pasar la piedra de mármol o travertinos para convertirse en una baldosa, y así comprender de una manera más sencilla la producción de ésta.

En la siguiente figura se muestra un flujograma de procesos que realicé, y allí señalo la planta N° 2 que fue donde se aplicó la mejora.

**FIGURA N° 07: FLUJOGRAMA DE PROCESOS DE LA EMPRESA
MARMOLERÍA GALLOS SA**



Fuente: Elaborado por el responsable de la investigación 2016

En un principio la situación actual de la planta de producción N° 2 no era muy buena ya que carecía de algún tipo de estandarización al igual que las demás plantas. La empresa fijaba sus estimaciones y tiempos de respuesta en base a la experiencia de los directivos, lo cual conllevaba en algunas ocasiones al incumplimiento de los pedidos pactados con el cliente y no poder determinar con precisión los tiempos de respuesta de los mismos.

Llegado a este punto se tomó una muestra de 15 días para registrar sus procesos y la toma de tiempos, los cuales podrán ser observados y analizados en el plan de mejora. A continuación se muestra una tabla que fue tomada durante los días seleccionados antes de la implementación.

TABLA N° 2: PRODUCTIVIDAD – SITUACIÓN ACTUAL

PRODUCTIVIDAD - SITUACIÓN ACTUAL				
N°	DÍAS	EFICIENCIA	EFICACIA m2/min	PRODUCTIVIDAD m2/min
1	05/12/2016	0.920	8.779	8.080
2	06/12/2016	0.927	9.185	8.515
3	07/12/2016	0.932	8.994	8.385
4	08/12/2016	0.930	9.133	8.495
5	09/12/2016	0.920	8.753	8.053
6	12/12/2016	0.933	8.761	8.170
7	13/12/2016	0.934	8.902	8.315
8	14/12/2016	0.930	8.788	8.168
9	15/12/2016	0.931	9.183	8.547
10	16/12/2016	0.933	8.773	8.187
11	19/12/2016	0.933	8.583	8.007
12	20/12/2016	0.933	9.065	8.462
13	21/12/2016	0.933	8.722	8.137
14	22/12/2016	0.931	8.665	8.065
15	23/12/2016	0.933	8.831	8.238
PROMEDIO		0.930	8.875	8.255

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

2.5.2. PLAN DE MEJORA

Con la finalidad de lograr conocer la productividad actual de la Planta N° 2 de ese entonces, se procedió a realizar el registro de las operaciones y de los tiempos; haciendo uso de los equipos necesarios como: cronómetro, tabla de apoyo, hoja de registro de procesos (DAP) y lapicero.

Los procesos que se identificaron en el proceso productivo de las baldosas de mármol fueron cuatro y son los siguientes:

FRACCIONADO DE MACELO:

Consiste en seccionar el macelo en muchas partes, generalmente está en el rango de 70 a 90 filañas en buen estado después de los cortes.

CORTE Y PULIDO DE FILAÑAS:

Las filañas son como planchas de mármol, las cuales ingresan a una máquina que lleva el nombre de 3+8, en donde se realiza el descabezado, calibrado y pulido de éstas.

ESTUCADO DE FILAÑAS:

Es un procedimiento en donde se aplica una mezcla preparada en 3 ollas desde la más húmeda hasta la más seca con el objetivo de sellar las pequeñas porosidades de la piedra.

ACABADOS EN BALDOSA:

En esta línea la filaña pasa por distintos procesos como, el corte, para ya ser en sí una baldosa en bruto según formato, luego de esto le sigue el pulido y abrillantado, secado de la misma, biselado de cantos, hasta llegar al empacado.

Una vez recopilada la información sobre los procesos, se procedió a dividir las operaciones en elementos para lo cual se recurrió a la utilización de los diagramas de análisis de procesos. A continuación se presentará un resumen.

TABLA N° 3: RESUMEN DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO

RESUMEN DIAGRAMA ANÁLISIS DE PROCESO					
ACTIVIDAD	Operación	Inspección	Trasporte	Demora	Almacenaje
FRACCIONADO DE MACELOS	8.000	1.000	6.000	1.000	1.000
CORTE Y PULIDO	3.000	0.000	4.000	3.000	1.000
ESTUCADO	2.000	1.000	4.000	0.000	1.000
ACABADOS	6.000	2.000	6.000	0.000	1.000

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

Las tablas de diagrama de análisis de proceso se ubican en la sección anexos.

[Ver anexos:

- **Anexo 7: Tabla N° 4**
- **Anexo 8: Tabla N°5**
- **Anexo 9: Tabla N° 6**
- **Anexo 10: Tabla N° 7]**

Luego de ello se procedió a calcular el tiempo estándar actual (el anterior) y para ello se realizaron los siguientes procedimientos:

a.- Calcular la adición del tiempo del ciclo.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \sum \text{tiempos registrados para realizar cada elemento durante cada ciclo}$$

b.- Calcular el tiempo del ciclo observado promedio.

$$\text{Tiempo de ciclo observado promedio} = \frac{\sum \text{tiempos registrados para realizar cada elemento}}{N^{\circ} \text{ ciclos observados}}$$

c.- Calcular el tiempo normal o tiempo base.

$$T.\text{Normal} = T.\text{de ciclo observ. promedio} \times \text{Valoración}$$

d.- Sumar los tiempos normales de cada elemento para determinar el tiempo normal de una tarea.

e.- Calcular el tiempo estándar.

$$T.\text{Estándar} = T.\text{normal} (1 + \text{Suplementos})$$

Antes de proceder a calcular el tiempo estándar se necesitó de un dato muy importante, el cual influye significativamente en el resultado de éste, me refiero a los suplementos y a continuación explico cómo se calculó.

Algunos de los suplementos más importantes que encontré son los siguientes:

a. Por necesidades personales: Son pocos los trabajadores que retrasan sus actividades para beber agua o ir a los servicios higiénicos, pues saben que deben hacerlo durante la hora de refrigerio; sin embargo se observó que no todos cumplen con esta premisa y por ende gastan 30 minutos aproximadamente durante la jornada laboral.

b. Por fatiga: Los operarios trabajan a una velocidad por encima de lo normal en un ambiente donde se presenta un constante ruido que imposibilita hablar sin gritar; con cambios de temperatura y ambiente pues en algunas zonas la humedad es superior a otras. A pesar de lo ya mencionado me sorprende pero durante toda la jornada diaria el desempeño de estos no baja, con esto me atrevería a decir que la empresa ha contratado personas con la capacidad de trabajar en situaciones de alta presión. Por ende aquí son 16 minutos por compensar en Fraccionado de macelos, 18 minutos en corte y pulido, 21 minutos en estucado y 05 minutos en acabados.

c. Por demoras o contingencias: Sin duda este es el tiempo adicional que más pierde la empresa, y esta dado por actividades como: alistar las máquinas en las mañanas o durante un cambio de formato; así como también por paros inesperados por interrupción de los materiales, y búsqueda o conversación el Jefe de planta o supervisor. A continuación las demoras por cada proceso:

Fraccionado de macelos.- Para alistar la máquina el tiempo que toman es de 110 minutos aproximadamente, pues este tiende a tener pequeñas variaciones. Cuando se han colocado incorrectamente los esmeril puede provocar que los macelos se atoren y causar un retraso de hasta 120 minutos, pero como esto no suele suceder todos los días por lo que no se considerará. Existen maxfill para cada formato.

Corte y pulido.- Para alistar la máquina 3+8 el tiempo que les toma es de 45 minutos aproximadamente, y suelen cambiar de formato hasta 2 veces

por día, por lo que la demora en esta máquina sería de 90 minutos aproximadamente durante la jornada diaria. Normalmente durante el día se atracan algunas filañas y sumadas todas la veces da un tiempo de aproximadamente 36 minutos.

Estucado.- Para alistar la máquina estucadora y preparar la mezcla en las 3 ollas les toma es de 68 minutos aproximadamente, y suelen cambiar de formato hasta 2 veces por día, por lo que la demora en esta máquina sería de 136 minutos aproximadamente durante la jornada diaria. Al final del día le dan una limpieza rápida pero no profunda que les toma 29 minutos aproximadamente.

Acabados.- Para alistar la múltiple el tiempo que les toma es de 19 minutos aproximadamente, y aunque suelen cambiar de formato hasta 2 veces por día, hay una máquina para cada uno.

Una vez que se cuenta con estos datos se puede proceder a calcular los suplementos pero separado por procesos como se hará a continuación.

a. Fraccionado de macelos:

$$Suplementos = \frac{Minutos_{suplemento}}{[T.efectivo del turno]} \times 100\%$$

$$Suplementos = \frac{[30 + (110 + 16)] minutos}{[600] minutos} \times 100\%$$

$$Suplementos = \frac{[30 + (126)] minutos}{[600] minutos} \times 100\%$$

$$Suplementos = 26\%$$

b. Corte y pulido:

$$Suplementos = \frac{Minutos_{suplemento}}{[T.efectivo del turno]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + 18 + (90 + 36)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[48 + (126)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 29\%$$

c. Estucado:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T. \text{ efectivo del turno}]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + 21 (136 + 29)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[51 + (165)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 36\%$$

d. Acabados:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T. \text{ efectivo del turno}]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + 5 + (19)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[54] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 09\%$$

Las tablas del registro del tiempo estándar actual (anterior a la implementación de la mejora) se encuentran en una hoja de cálculo en Excel.

2.5.3. APLICACIÓN DE LA MEJORA

VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE MÉTODOS

Después del estudio de datos y las observaciones pertinentes se determinó que se podía mejorar los tiempos de cada elemento con algunos cambios o mejoras, además también se logró reducir los suplementos o tolerancias luego de un análisis crítico y minucioso.

Por ello es importante mencionar que estos cambios fueron posibles gracias a la realización, análisis y diagnóstico correcto del método anterior, que nos permitió definir los tiempos improductivos tanto del operario, como de la planta misma. A continuación se presentará un resumen.

TABLA N° 08: RESUMEN DIAGRAMA DE ANÁLIS DE PROCESO

RESUMEN DIAGRAMA ANÁLISIS DE PROCESO					
ACTIVIDAD	Operación	Inspección	Trasporte	Demora	Almacenaje
FRACCIONADO DE MACELOS	8.000	1.000	5.000	1.000	1.000
CORTE Y PULIDO	3.000	0.000	4.000	3.000	1.000
ESTUCADO	2.000	1.000	4.000	0.000	1.000
ACABADOS	6.000	2.000	6.000	0.000	1.000

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

MEJORAS:

FRACCIONADO DE MACELOS: Durante la colocación del macelo a la mesa del telar tardaban un poco más de tiempo el encargado de maniobrar la grúa y el operador de los maxfill pues durante la colocación tenían que determinar cuál era la parte al agua y la beta para que posteriormente se realice un corte correcto.

La solución no fue tan complicada, se hizo un registro de este dato en cadena, de manera que después de pasar por el primer proceso [general, más no de la planta 2] el operador del monohilo dejaba marcada la parte al agua y la beta en el bloque, lo mismo hacía el del BM15 y así llegan los macelos al almacén de materia prima, en donde opera la grúa y que posteriormente va al maxfill.

Con la identificación de los lados se redujo cierto tiempo antes de colocarlo en la mesa.

También se redujo el tiempo de quitado de los ganchos de la mesa del maxfill al hacer que el operario de la grúa trabaje en conjunto solo esta labor con el operador del maxfill. Al montacarguista se lo comprometió en trabajar en equipo con el área de fraccionado de macelos así como las demás mediante una hoja donde se le tiene señalado un tiempo aproximado en el que tiene que estar en cada lado de la planta, reduciendo significativamente el tiempo de búsqueda.

CORTE Y PULIDO: En el elemento uno se cambió la posición del caballete para reducir el número de movimientos al dirigirse hacia el para retirar la filaña.

Con lo que respecta al montacarguista ya se mencionó que mediante una hoja se le señaló el tiempo aproximado en el que tiene que estar en cada lado de la planta N° 2.

ESTUCADO: Con lo que respecta a la verificación de la mezcla de las ollas y salida por la mesa, lo que se hizo para reducir estos tiempos es aumentar la velocidad de la faja de 1.56 a 2.21, pues iba tan lenta que incluso parecía causar estrés.

Se cambió de posición el almacenamiento temporal de caballetes para no interrumpir el viaje del montacarguista hasta la sección de acabados.

ACABADOS: También se cambió la posición del caballete para reducir el número de movimientos al dirigirse hacia este al retirar la filaña.

Se recomendó no revisar tanto el estado de la baldosa pues ya existen unas operadoras encargadas del control de calidad.

Con lo que respecta al control de calidad se recomendó hacerlo un poco más rápido, pero no tanto como para perder la precisión al revisar las baldosas.

Las tablas de diagrama de análisis de proceso se ubican en la sección anexos.

[Ver anexos:

- **Anexo 11: Tabla N° 09**
- **Anexo 12: Tabla N° 10**
- **Anexo 13: Tabla N° 11**
- **Anexo 14: Tabla N° 12]**

Lo más interesante de esta investigación no fue necesariamente los nuevos Diagramas de análisis de procesos, aunque claro fueron de gran ayuda para identificar los elementos a medir, y que posteriormente servirían para mejorar los resultados en la planta N° 2.

Ya realizada las mejoras se procedió a calcular el tiempo estándar mejorado (después de la implementación) y con ello los suplementos, pero separado por procesos como se hará a continuación. A continuación se explica cómo se logró.

a.- Calcular el tiempo estándar.

La fórmula del tiempo estándar se muestra abajo, y se sabe que los suplementos juegan un papel importante en los resultados de éste.

$$T. Estándar = T. normal (1 + \text{Suplementos})$$

Ya se había mostrado como calculamos los suplementos, pero debido a los cambios se volverán a mostrar para un mejor entendimiento.

A continuación los pasos que se realizaron para encontrar los nuevos suplementos:

- a. **Por necesidades personales:** Esta ya se había definido, en donde se explicó que gastan aproximadamente 30 minutos durante la jornada laboral por actividades como beber agua o ir a los servicios higiénicos. Esta puntuación no sufrió cambios.

- b. **Por fatiga:** Los operarios trabajan a una velocidad por encima de lo normal en un ambiente donde se presenta un constante ruido que imposibilita hablar sin gritar; con cambios de temperatura y ambiente pues en algunas zonas la humedad es superior a otras. Por ende aquí son 8 minutos por compensar en Fraccionado de macelos, 18 minutos en corte y pulido, y 21 minutos en estucado.
- c. **Por demoras o contingencias:** Sin duda este es el tiempo adicional que más pierde la empresa. A continuación las demoras por cada proceso:
- **Fraccionado de macelos.-** Para alistar la máquina le tomaba aproximadamente 110 minutos, pues cada mañana el operador debía buscar al supervisor para que le diga cuál es el nuevo espesor del formato que se trabajará y así este le explique al área de mantenimiento para que fijen los esmeriles. Era un tema un poco engorroso en donde el supervisor de esa área no quería compartir información a tiempo por creer que perdería autoridad; sin embargo luego de una plática de este con el ingeniero se llegó al acuerdo que proporcionaría la hoja de pedidos mensuales a las secciones que el supervisa para agilizar las cosas. Ahora que el área de mantenimiento conoce los pedidos sabe que espesor debe tener cada maxfill por día. Ahora para alistar esta máquina se tardan aproximadamente 70 minutos.
 - **Corte y pulido.-** Para alistar la máquina 3+8 el tiempo que les tomaba 45 minutos aproximadamente, y como cambian de formato hasta 2 veces por día, demoraban 90 minutos aproximadamente durante la jornada diaria. Detecte que tardaban demasiado en calibrar las dos tablillas metálicas con ayuda de la hinchable para dar con el formato adecuado. Pese a que solo pasan 6 formatos, no habían estandarizado este proceso; es así como nace mi idea de hacer una barra metálica al ingreso y a la salida de la máquina 3+8, la cual sería ajustable gracias a pequeños orificios diseñados en las medidas exactas de los formatos antes mencionados. Con esto se redujo de 45 a 21 minutos incluyendo la limpieza previa por

formato. Normalmente durante el día se atracan algunas filañas y sumadas todas la veces da un tiempo de aproximadamente 36 minutos.

- **Estucado.-** Se había mencionado que para alistar la máquina estucadora tardaban 68 minutos aproximadamente, y como suelen cambiar de formato hasta 2 veces por día, daba un total de 136 minutos aproximadamente durante la jornada diaria. Pensaba hacer una barra con medidas como en el caso anterior pero por el modelo de la máquina y su tipo de limpiado no se ha adaptaban a las necesidades, fue cuando entonces me entero que área de mantenimiento estaba elaborando otra estucadora por orden del directorio para evitar las esperas. Se colocó otra estucadora de manera que había una para cada formato, y ya no se hacía cambios como antes. Con esta máquina extra el tiempo suplementario bajo de 136 a 55 minutos aproximadamente. Y como es costumbre al final del día le dan una limpieza rápida pero no profunda que les toma 14 minutos aproximadamente.
- **Acabados.-** Para alistar la múltiple se tardaban de 19 minutos aproximadamente, debido a que su supervisor tiene que coordinar con el de la otra sección para saber en qué formato trabajarán. Al igual que se hizo el cambio en el proceso número 1, aquí también se tomará la medida de compartir información entre supervisor y operadores. Con esta implementación se redujo a 6 min, ya que en el proceso de acabados no hay mucho que alistar en esta máquina.

Una vez que se cuenta con estos datos se puede proceder a calcular los suplementos pero separado por procesos como se hará a continuación.

a. Fraccionado de macelos:

$$Suplementos = \frac{Minutos_{suplemento}}{[T.efectivo\ del\ turno]} \times 100\%$$

$$Suplementos = \frac{[30 + (70 + 08)]\ minutos}{[600]\ minutos} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + (78)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 18\%$$

b. Corte y pulido:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T.\text{efectivo del turno}]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + 18 + (42 + 36)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[48 + (78)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 21\%$$

c. Estucado:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T.\text{efectivo del turno}]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + 21 + (55 + 14)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[51 + (69)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 20\%$$

d. Acabados:

$$\text{Suplementos} = \frac{\text{Minutos}_{\text{suplemento}}}{[T.\text{efectivo del turno}]} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[30 + (06)] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = \frac{[36] \text{ minutos}}{[600] \text{ minutos}} \times 100\%$$

$$\text{Suplementos} = 06\%$$

Las tablas del registro del tiempo estándar mejorada (después de la implementación) se encuentran en una hoja de cálculo en Excel.

2.5.4. SITUACIÓN MEJORADA

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Como se mencionó en las primeras páginas durante la problemática, solo se conseguirá incrementar la productividad racionalizando el trabajo, y esto se hará reduciendo el tiempo suplementario y el tiempo improductivo.

Una vez mencionado esto se presentarán las dimensiones de nuestra variable en la tabla que se muestra a continuación.

TABLA N° 13: DIMENSIONES – ANTES Y DESPUÉS

DIMENSIONES – ANTES Y DESPUÉS		
DIMENSIONES	ANTES	DESPUÉS
EFICIENCIA	0.93	0.99
EFICACIA	8.87	14.22

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

De la tabla N° 13, podemos observar que los resultados de las dimensiones antes y después de la implementación fueron mejores a los esperados, pues se observa que la media de la eficiencia subió de 93% a 99%, mejorando en un 6.67%. Por otro lado tenemos que la eficacia en la planta de producción de baldosas antes era de 8.87 m²/min y luego mejorarla ahora es de 14.22 m²/min.

PRODUCTIVIDAD

Al tener ya los datos de nuestras dimensiones podemos proceder a calcular nuestra productividad.

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

TABLA N° 14: PRODUCTIVIDAD – ANTES Y DESPUÉS

A N T E S	RESUMEN GENERAL	PROMEDIO	D E S P U É S	RESUMEN GENERAL	PROMEDIO
	DESCRIPCIÓN			DESCRIPCIÓN	
	TIEMPO ÚTIL	540.80		TIEMPO ÚTIL	556.53
	TIEMPO TOTAL - PROGRAMADO	600.00		TIEMPO TOTAL - PROGRAMADO	600.00
	TIEMPO MUERTO	59.20		TIEMPO MUERTO	43.47
	EFICIENCIA	0.901		EFICIENCIA	0.928
	UNIDADES PRODUCIDAS - m2	4,952.93		UNIDADES PRODUCIDAS - m2	8,457.33
	EFICACIA - m2/min	9.18		EFICACIA - m2/min	15.27
	PRODUCTIVIDAD - m2/min	8.25		PRODUCTIVIDAD - m2/min	14.10

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

De la tabla N° 14, podemos comparar a la productividad antes de aplicar la ingeniería de métodos, y luego de mejorarla. Los resultados son evidentes pues pasó de producir 8.25 m2/min a 14.10 m2/min. Por lo tanto la productividad incrementó porcentualmente en 70.91%.

Las tablas más detalladas de este registro se encuentran en la sección anexos como se indicará a continuación:

[Ver anexos anexo 15: Tabla N° 15]

VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE MÉTODOS

TABLA N° 16: TIEMPO ESTÁNDAR – ANTES Y DESPUÉS

A N T E S	RESUMEN DE TIEMPO ESTÁNDAR																PROMEDIO
	PROCESOS	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	
	FRACCIONADO DE MACELOS	00:17:58	00:18:04	00:18:02	00:18:09	00:18:03	00:18:13	00:18:09	00:18:01	00:18:04	00:18:11	00:18:10	00:18:11	00:18:07	00:18:05	00:18:12	00:18:07
	CORTE Y PULIDO	00:13:10	00:13:21	00:13:36	00:13:26	00:13:50	00:13:31	00:13:32	00:13:27	00:13:26	00:13:31	00:13:31	00:13:27	00:13:28	00:13:32	00:13:27	00:13:29
	ESTUCADO	00:07:19	00:07:21	00:07:24	00:07:22	00:07:24	00:07:25	00:07:22	00:07:24	00:07:22	00:07:24	00:07:23	00:07:23	00:07:23	00:07:22	00:07:23	00:07:23
	ACABADOS	00:11:45	00:11:48	00:11:49	00:11:47	00:11:54	00:11:44	00:11:54	00:11:50	00:11:53	00:11:49	00:11:49	00:11:54	00:11:55	00:11:48	00:11:51	00:11:50
D E S P U É S	TIEMPO ESTÁNDAR	00:50:12	00:50:34	00:50:51	00:50:44	00:51:11	00:50:52	00:50:57	00:50:42	00:50:46	00:50:54	00:50:53	00:50:55	00:50:53	00:50:46	00:50:53	00:50:48
		50.20	50.57	50.85	50.73	50.18	50.87	50.95	50.70	50.77	50.90	50.88	50.92	50.88	50.77	50.88	50.80

D E S P U É S	RESUMEN DE TIEMPO ESTÁNDAR																PROMEDIO
	PROCESOS	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	
	FRACCIONADO DE MACELOS	00:16:11	00:16:15	00:16:15	00:16:16	00:16:09	00:16:17	00:16:14	00:16:18	00:16:13	00:16:14	00:16:17	00:16:17	00:16:15	00:16:15	00:16:16	00:16:15
	CORTE Y PULIDO	00:12:05	00:11:58	00:12:03	00:12:04	00:12:00	00:12:05	00:12:03	00:11:57	00:12:04	00:12:03	00:12:03	00:12:03	00:12:02	00:12:02	00:12:04	00:12:02
	ESTUCADO	00:06:20	00:06:20	00:06:20	00:06:20	00:06:16	00:06:19	00:06:18	00:06:17	00:06:15	00:06:17	00:06:18	00:06:21	00:06:19	00:06:20	00:06:17	00:06:18
	ACABADOS	00:11:25	00:11:26	00:11:19	00:11:20	00:11:15	00:11:18	00:11:16	00:11:25	00:11:20	00:11:26	00:11:25	00:11:25	00:11:17	00:11:19	00:11:18	00:11:21
D E S P U É S	TIEMPO ESTÁNDAR	00:46:01	00:45:59	00:45:56	00:46:00	00:45:40	00:45:59	00:45:51	00:45:58	00:45:53	00:45:59	00:46:02	00:46:06	00:45:54	00:45:55	00:45:56	00:45:57
		46.02	45.98	45.93	46.00	45.67	45.98	45.75	45.97	45.88	45.98	46.03	46.10	45.90	45.92	46.93	45.95

Fuente: Datos procesados mediante el Excel

Elaborado por el responsable de la investigación 2017

En la tabla N° 16, se aprecia el promedio del tiempo estándar bajo dos perspectivas: antes y mejorado. Después de haber tomado el tiempo estándar durante 15 días, se obtuvo un resultado para cada proceso y luego se sumaron los tiempos estándar de cada proceso, logrando así obtener el tiempo estándar del ciclo de producción de baldosas por día. Antes de aplicar las mejoras el tiempo estándar era de 50.80 minutos por ciclo, pero luego de disminuir los suplementos se obtuvo 45.95 minutos por ciclo, por lo tanto mejoró en un 10.55%.

2.5.5. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

La aplicación de la ingeniería de métodos de por sí ha tenido repercusiones positivas desde el punto de vista de la producción, lo que se planea ahora mismo es demostrar la viabilidad desde una perspectiva financiera, y para ello utilizaremos la relación beneficio costo.

Para una un fácil entendimiento la relación costo beneficio estará dividida en dos flujos de caja:

- **Flujo de caja A:** Será el que tenía la empresa anteriormente sin aplicar la ingeniería de métodos para incrementar la productividad.
- **Flujo de caja B:** Será el conjunto de resultados de la relación costo beneficio luego de aplicar la ingeniería de métodos.

Luego de ello seleccioné, analicé y comparé los resultados de la alternativa más conveniente utilizando el VPN y la relación B/C.

TABLA N° 17: COSTO BENEFICIO – ANTES Y DESPUÉS

FLUJO DE CAJA - A																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ingresos		157,560,00	166,042,50	163,507,50	165,652,50	157040	159315	162142,5	159282,5	166660	159640	156130	165002,5	158665	157267,5	160647,5
Egresos	0,00	144,652,80	152,117,40	149,886,60	151,774,20	144195,2	146197,2	148685,4	146168,6	152660,8	146483,2	143394,4	151202,2	145625,2	144395,4	147369,8
Flujo neto	0,00	12,907,20	13,925,10	13,620,90	13,878,30	12,844,80	13,117,80	13,457,10	13,113,90	13,999,20	13,156,80	12,735,60	13,800,30	13,039,80	12,872,10	13,277,70

FLUJO DE CAJA - B																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ingresos		288,990,00	265,525,00	271,602,50	275,177,50	264680	282912,5	273162,5	278525	290550	284082,5	269685	265817,5	264387,5	272187,5	275665
Egresos	61,500,00	202,647,60	212,911,43	209,844,08	212,439,53	202018,4	204771,15	208192,425	204731,825	213658,6	205164,4	200917,3	211653,025	203984,65	202293,675	206383,475
Flujo neto	-61,500,00	86,342,40	52,613,58	61,758,43	62,737,98	62,661,60	78,141,35	64,970,08	73,793,18	76,891,40	78,918,10	68,767,70	54,164,48	60,402,85	69,893,83	69,281,53

TD	10%
----	-----

	FC- A	FC- B
VPI	1,226,756,43	2,094,540,34
VPE	1,125,182,13	1,637,148,23
RB/C	1,09	1,28

*Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017*

De la tabla N° 17, se deduce que de acuerdo a los resultados de la relación B/C (costo – beneficio) la implementación de la ingeniería de métodos mejoró significativamente a la empresa. La empresa en una primera instancia tenía una R B/C de 1.09, mientras que ahora es de 1.28. Por lo tanto la empresa está ganando S/. 0.28 por cada S/. 1.00 invertido.

Las tablas más detalladas de este registro se encuentran en la sección anexos como se indicará a continuación:

[Ver anexos:

- **Anexo 16: Tabla N° 18**
- **Anexo 17: Tabla N°19**

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Este proyecto de investigación tomará como principal pilar a la honestidad y sinceridad, pues durante el desarrollo me aseguraré de demostrar que la recopilación de datos son cien por ciento reales y veraces.

Este proyecto respeta los derechos de autor y es por ello que a cada momento cita la bibliografía de cada uno, tanto para la aplicación de las diferentes teorías, como en los antecedentes que han servido de aval para temas pocos conocidos.

Este trabajo de investigación cumple y respeta todos los criterios establecidos por el diseño de investigación de tipo cuantitativa de la Universidad César Vallejo de Lima Norte, la cual nos dirige paso a paso los procesos que debemos seguir con sus formatos de investigación propuestos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. PRUEBA DE NORMALIDAD

HIPOTESIS GENERAL

Se aplicó prueba de normalidad para identificar si los datos de las variables son paramétricos o no paramétricos.

3.1.2. ANÁLIS INFERENCIAL

H_a : La aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, primero se determinará si los datos que corresponden a las serie de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Como la serie de datos es menor a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

TABLA N° 20: PRUEBA DE NORMALIDAD DE PRODUCTIVIDAD CON SHAPIRO WILK

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	0,912	15	0,147
Productividad Después	0,927	15	0,242

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 20, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes es de 0.147 y después 0.242, dado que la productividad antes y después son mayor que 0.05, se deduce de acuerdo a la regla de decisión, que para el análisis de la contrastación de la hipótesis se utilizará un estadígrafo paramétrico, y en este caso se utilizará la prueba de T Student.

3.1.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

HIPOTESIS GENERAL

H_0 : La aplicación de ingeniería de métodos no incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

H_a : La aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Regla de decisión:

H_0 : $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

H_a : $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

**TABLA N° 21: COMPARACIÓN DE MEDIAS DE PRODUCTIVIDAD
ANTES Y DESPUÉS CON T STUDENT**

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad Antes	8,2549	15	0,18444	0,04762
	Productividad Después	14,0956	15	0,44190	0,11410

De la tabla N° 21, se demuestra que la media de la productividad antes (8.2549) es menor que la media de la productividad después (14.0956), por lo tanto no se cumple H_0 : $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, y por ende se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de ingeniería de métodos no incrementa la productividad en

la planta de producción de baldosas, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

A fin de corroborar que el análisis es el correcto, se procedió a realizar un análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados con la aplicación de la prueba de T Student a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

TABLA N° 22: ESTADÍSTICOS DE PRUEBA DE T STUDENT PARA PRODUCTIVIDAD

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Antes - Productividad Después	-5,84067	0,47270	0,12205	-6,10244	-5,57889	-47,855	14	,000

De la tabla 22, se puede comprobar que la significancia con la prueba de T Student, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por tanto y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

HIPOTESIS ESPECÍFICAS

3.1.3. ANÁLISIS INFERENCIAL – HIPOTESIS ESPECÍFICA 1

H_a : La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis específica 1, primero se identificará si los datos que corresponden a las serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Como la serie de datos es menor a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

TABLA N° 23: PRUEBA DE NORMALIDAD DE EFICIENCIA CON SHAPIRO WILK

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	0,905	15	0,112
Eficiencia Después	0,839	15	0,012

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 23, se puede verificar que la significancia de las eficiencias, antes es de 0.112 y después es de 0.012, se deduce de acuerdo a la regla de decisión, que para el análisis de la contrastación de la hipótesis se utilizará un estadígrafo no paramétrico, y para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

3.1.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

HIPOTESIS ESPECÍFICA 1

H_0 : La aplicación de ingeniería de métodos no mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

H_a: La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Regla de decisión:

H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

H_a: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

TABLA N° 24: COMPARACIÓN DE MEDIAS DE EFICIENCIA ANTES Y DESPUÉS CON WILCOXON

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia Antes	15	0,9013	0,04651	0,84	0,98
Eficiencia Después	15	0,9276	0,06232	0,84	1,00

De la tabla N° 24, se demuestra que la media de la eficiencia antes (0.9013) es menor que la media de la eficiencia después (0.9276), por lo tanto no se cumple H₀: $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, y por ende se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de ingeniería de métodos no mejora la eficiencia en la producción de baldosas, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

A fin de corroborar que el análisis es el correcto, se procedió a realizar un análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados con la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

TABLA N° 25: ESTADÍSTICOS DE PRUEBA DE WILCOXON PARA EFICIENCIA

Estadísticos de prueba^a	
	Eficiencia Después - Eficiencia Antes
Z	-1,678 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,009

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 25, se puede comprobar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.009, por tanto y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

3.1.5. ANÁLIS INFERENCIAL – HIPOTESIS ESPECÍFICA 2

H_a: La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis específica 2, primero se reconocerá si los datos que corresponden a las serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Como la serie de datos es menor a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $pvalor > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

TABLA N° 26: PRUEBA DE NORMALIDAD DE EFICACIA CON SHAPIRO WILK

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	0,953	15	0,572
Eficacia Después	0,871	15	0,034

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 26, se puede verificar que la significancia de las eficacias, antes es de 0.572 y después es de 0.034, se deduce de acuerdo a la regla de decisión, que para el análisis de la contrastación de la hipótesis se utilizará un estadígrafo no paramétrico, y para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

3.1.6. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

HIPOTESIS ESPECÍFICA 2

H₀: La aplicación de ingeniería de métodos no mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

H_a: La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.

Regla de decisión:

H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

H_a: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

TABLA N° 27: COMPARACIÓN DE MEDIAS DE EFICACIA ANTES Y DESPUÉS CON WILCOXON

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia Antes	15	9,1785	0,46031	8,40	9,96
Eficacia Después	15	15,2676	1,22206	13,69	16,81

De la tabla N° 27, se demuestra que la media de la eficacia antes (9.1785) es menor que la media de la eficacia después (15.2676), por lo tanto no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, y por ende se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de ingeniería de métodos no mejora la eficacia en la producción de baldosas, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual queda comprobado que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

A fin de corroborar que el análisis es el correcto, se procedió a realizar un análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados con la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

TABLA N° 28: ESTADÍSTICOS DE PRUEBA DE WILCOXON PARA EFICACIA

Estadísticos de prueba^a	
	Eficacia Después - Eficacia Antes
Z	-3,408 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 28, se puede comprobar que la significancia de la prueba de T Student, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.001, por ende y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

- Luego de haber realizado la aplicación de ingeniería de métodos en la en la planta de producción de baldosas N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA, se obtuvo que la productividad anterior que era de 8.25 m²/min y después ascendió a 14.10 m²/min. Por lo tanto porcentualmente la productividad se incrementó en un 70.91%.
- Por otro lado se corroboró que al disminuir los tiempos suplementarios con la aplicación de ingeniería de métodos en la planta de producción de baldosas N° 2 se puede incrementar la eficiencia, pues la media mejoró en un 6.20%. Además al igual que las autoras Betancur Ceballos, Ángela María y Valencia Bedoya, Yurany se deduce que es importante reducir los tiempos suplementarios y aumentar la capacidad para lograr una productividad uniforme dentro de la organización.
- Se demostró que la aplicación de ingeniería de métodos mejoró significativamente la eficacia en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA, pues tenemos que la eficacia anterior era de 8.87 m²/min y luego mejorarla conseguimos producir 14.22 m²/min.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

- Se concluye de los resultados obtenidos en la contrastación de hipótesis general, que la aplicación de ingeniería métodos incrementó la productividad en la planta de producción de baldosas de la empresa Gallos Marmolería SA, pues pasó de producir 8.25 m²/min a 14.10 m²/min. Por lo tanto la productividad incrementó porcentualmente en 70.91%.
- La aplicación de ingeniería de métodos mejoró la eficiencia en la planta de producción de baldosas de la empresa Gallos Marmolería SA, pues de acuerdo a los resultados vemos que la media de la eficiencia subió de 93.00% a 99.20%. Por lo tanto el promedio de eficiencia mejoró porcentualmente en un 6.67%.
- Los resultados de la investigación también ratificaron la hipótesis de que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficacia en la planta de producción de baldosas de la empresa Gallos Marmolería SA, debido a que hay una diferencia significativa en los resultados de las medias, pues tenemos que la eficacia en la planta de producción de baldosas antes era de 8.87 m²/min y luego mejorarla tenemos 14.22 m²/min.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que sugerimos son en relación a los resultados de la investigación y es como sigue:

- Para que la productividad siga en aumento es deseable extender los estudios mostrados en esta tesis de la aplicación de ingeniería de métodos a las plantas continuas y así conseguir crecimiento permanente y escalonado en la empresa Gallos Marmolería SA.
- Se debe analizar con mayor esmero y minuciosidad los procesos de producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 para tener cada vez tiempos más precisos y asimismo estos sirvan de herramientas para reducir cuello de botellas, mejorando así la eficiencia de la planta.
- Se aconseja trabajar en mejorar la eficacia con la aplicación de la ingeniería de métodos implementados en la planta de producción para aumentar la producción en m² de baldosas y optimizar los recursos, analizando las habilidades de los trabajadores y colocándolos en una actividad donde se puedan desenvolver mejor.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ÁDEX: Envíos de mármol peruano caen 13% entre enero y mayo [en línea]. El Comercio. Lima, Perú. 30 de julio de 2014. [Fecha de consulta: 04 de septiembre de 2016]. Disponible en:
<http://elcomercio.pe/economia/peru/adex-envios-marmol-peruano-caen-13-entre-enero-y-mayo-noticia-1746192>
- ÁDEX: Exportación de mármol peruano cayó 32,9% en enero [en línea]. RPP Noticias. Lima, Perú. 26 de marzo de 2015. [Fecha de consulta: 07 de septiembre de 2016]. Disponible en:
<http://rpp.pe/economia/economia/adex-exportacion-de-marmol-peruano-cayo-329-en-enero-noticia-781628>
- ALIAGA Chávez, Gudelia Edell. Plan de mejora del Sistema de Producción basado en ingeniería de métodos para incrementar la productividad en una ensambladora de Extractores de aire. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad Privada del Norte, 2015. 101 pp.
- AMORES, Olger y Vilca Luis. Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013. Tesis (Título de ingeniero industrial), Quito: Universidad técnica de Cotopaxi, 2011. 138 pp.
- ARANA Ramírez, Luis Andrés. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2014. 266 pp.
- BETANCUR Ceballos, Angela María y Valencia Bedoya, Yurany. Propuesta de plan de mejoramiento para el área de corte de la empresa de confección de ropa para caballero marca Naga a través del cálculo del tiempo estándar e indicadores

de productividad de procesos. Tesis (Ingeniero Industrial). Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014. 97 pp.

- FORMACIÓN profesional, productividad y trabajo decente [en línea]. Uruguay, Montevideo. Boletín nº153. Casanova, Fernando, 2002. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2016]. Disponible en:
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/formacion_profesional_productividad_trabajo_decente_casanova.pdf
- GARCÍA Criollo, Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2.^a ed. Hill, México. Mc Graw, 2005. 459 pp.
ISBN: 970-10-4657-9
- GAVILANES, Sofía. Estudio y mejoramiento continuo para optimización de tiempos y movimientos e incremento de producción en la línea envasadora de aceites almid de la empresa LA FABRIL para el periodo 2010-2011. Tesis (Título de ingeniero industrial), Quito: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, 2011. 120 pp.
- GUSSONI, Manuela. El mármol está de moda. Stone Sector 2016 [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2016]. G. Galilei, Italia. Disponible en:
<http://www.stat.immcarrara.com/uploads/files/1072it-stone-sector-2016-1.pdf>
- GUTIERREZ Pulido, Hernández y De La Vara Salazar, Román. Control Estadístico de calidad y Seis Sigma. 2^a ed. Distrito Federal, México. Mc Graw, 2009. 502 pp.
ISBN: 978-970-10-6912-7
- HEIZER, Jay. Principios de Administración de Operaciones. 7^a ed. México: Pearson Education, 2009. pág. 752.
ISBN 978-607-442-099-9.

- HERNANDEZ Sampieri, R, FERNÁNDEZ Collado, C y BASPTISTA Lucio, M. Metodología de la investigación. 5ª ed. Distrito Federal, México. Mc Graw, 2010. 736 pp.
ISBN: 978-607-15-0291-9

- HERRERA Vásquez, Marina Adriana. Métodos y pensamiento crítico 1: Pienso hago y aprendo. 1.ª ed. Distrito Federal, México. Esfinge, 2011. 198 pp.
ISBN: 978-607-10-0328-7

- JIMÉNEZ, José Moncada. 2005. Estadística para ciencias del movimiento humano. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2005.
ISBN 9977-67-926-6

- JIJÓN Bautista, Klever. Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel. Tesis (Título de ingeniero industrial), Quito: Universidad técnica de Ambato, 2013. 224 pp.

- KANAWATY, George. Introduccion al Estudio del Trabajo. 4ª ed. Suiza: OIT, 1998. pág. 522.
ISBN 92-2-307108-9

- MEYERS, Fred E. Estudios de tiempos y movimientos: Para la manufactura ágil. 2.a ed. Distrito Federal, México. Pearson Educación, 2000. 352 pp.
ISBN: 968-444-468-0

- NIEBEL, Benjamin W. Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill Educación, 2009. pág. 586.
ISBN 978-970-10-6962-2.

- NORBERTO, Octavio Cesar Hermida y CHimeo, Filiberto Ruiz. 2008. [En línea] 09 de Noviembre de 2008. [Fecha de consulta: 12 de Octubre de 2016.] Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/estudio-tiempos-trabajo/estudio-tiempostrabajo.pdf>

- NOVOA Rojas, Rocio y Terrones Lara, Marcia Alejandra. Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de planta de producción de embotelladora Trisa EIRL en Cajamarca para incrementar la productividad. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Industrial). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2012. 139 pp.
- OÑA Villagómez, Andrea Alejandra. Propuesta de mejora basado en un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la elaboración de la línea de camisetas en la fábrica GRI. Tesis (Título de ingeniero producción industrial), Lima: Universidad de las Américas, 2014. 209 pp.
- PASOS para el mejoramiento continuo [en línea]. Costa Rica. González Mercado, José Alfredo (10 de julio de 2004) [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2016]. Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/stepsci.htm>
- PERÚ: Potencia del Mármol y el Travertino [en línea]. Desarrollo Peruano. Lima, Perú. 08 de diciembre de 2007. [Fecha de consulta: 27 de agosto de 2016]. Disponible en:
<http://desarrolloperuano.blogspot.pe/2007/12/per-potencia-del-mrmol-y-travertino.html>
- PRODUCTIVIDAD laboral [en línea]. Instituto Peruano de Economía. San Isidro, Perú. 13 de noviembre de 2013. [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2016]. Disponible en:
<http://www.ipe.org.pe/content/productividad-laboral>
- Villalobos, Raúl Ernesto. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis (Título de ingeniero producción industrial), Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 131 pp.


- RIVERA Cunalata, Lucia. Estudio de puestos de trabajo en el área de ensamblaje de cabina, para optimizar tiempos de producción en la empresa Ciauto. Tesis (Ingeniero Mecánico). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2015. 207 pp.
- TÉCNICAS del estudio del trabajo [en línea]. Bogotá, Colombia. Ing. Salazar López, Bryan. [Fecha de consulta: 25 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>
- VASQUEZ Gervasi, Oscar. Apuntes de estudio. Ingeniería de Métodos [en línea]. 09 de abril de 2012 [Fecha de consulta: 08 de septiembre de 2016]. Chiclayo, Perú. Disponible en: https://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos
- ZAMORA Salinas, Pablo. Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa Ecuatran S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2014. 369 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE OBSERVACIÓN: FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS

[illegible]

ANEXO 2: FICHA DE OBSERVACIÓN: FORMATO N° 2.- TIEMPO ESTÁNDAR

 GALLOS MÁRMOL	FORMATO N° 2.- TIEMPO ESTÁNDAR																			
	RAZÓN SOCIAL: GALLOS MARMOLERIA SA										RUC: 20123444656				INDICADOR					
	OBSERVADO POR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ										TS = TN x (1+S)									
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN																			
	OPERACIÓN:																			
INSTRUMENTO - UNIDAD: CRONÓMETRO - MINUTOS										HOJA N° :				FECHA :						
ELEMENTOS	CICLOS															TIEMPO PROMEDIO	VAL. - FA	T. NORM.	SUPLE- MENTOS	TIEMPO TIPO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
																TIEMPO DE ESTÁNDAR	0:00:00			

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 3: FICHA DE OBSERVACIÓN: FORMATO N° 3.- ÍNDICE DE EFICIENCIA

	FORMATO N° 3.- ÍNDICE DE EFICIENCIA		
	RAZÓN SOCIAL: GALLOS MARMOLERIA SA	RUC: 20123444656	INDICADOR
REGISTRADO POR:	CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ	FECHA:	$EFEA = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo Total}}$
DEPARTAMENTO:	PRODUCCIÓN	OPERACIÓN:	
DÍAS	TIEMPO ÚTIL	TIEMPO TOTAL	ÍNDICE
	TU	TT	
EFEA: EFICIENCIA TU: TIEMPO ÚTIL TT: TIEMPO TOTAL			

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 4: FICHA DE OBSERVACIÓN: FORMATO N° 4.- INDICADOR DE EFICACIA

[illegible]

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 5: CINTA MÉTRICA: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"



INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA
Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL



Servicio
Nacional de Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA - 256 - 2015

Página 1 de 4

Expediente	81073
Solicitante	INDECOPI - SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA
Dirección	Calle De La Prosa 104 - San Borja
Instrumento de Medición	CINTA METRICA
Intervalo de Indicación	0 m a 50 m
Resolución del Dispositivo Visualizador	2 mm
Marca	STANLEY
Modelo	34-263
Clase de Exactitud	III
Número de Serie	LA 07 056 (*)
Fecha de Calibración	2015-04-24




Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

El SNM custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la Metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú. (SLUMP).

El SNM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Inter comparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Servicio Nacional de Metrología.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Area de Mecánica	Responsable del laboratorio
 2015-04-24	 ALDO QUIROGA ROJAS	 JANNET CARRASCO TUESTA

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – Indecopi
Servicio Nacional de Metrología
Calle De La Prosa 104, San Borja Lima – Perú / Telf.: 2247800 Anexo 8601
email: metrologia@indecopi.gob.pe
WEB: www.indecopi.gob.pe

ANEXO 5: CINTA MÉTRICA: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA - 256 - 2015

Página 2 de 4

Método de Calibración

Determinación del error de indicación de la cinta por el método de comparación, utilizando una cinta métrica patrón y un comparador de cuadrantes.
Se tomó como referencia la Norma OIML R 35 - 1 2007 (E)

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Angulo
Calle de la Prosa 104, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,7 °C	21,7 °C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones del INDECOPI-SNM Cinta métrica patrón Comparador de cuadrante	LA 07 052 Cinta métrica patrón Clase I Con incertidumbre del orden de 0,2 mm	INDECOPI SNM/LLA - 124 - 2015
Patrones del INDECOPI-SNM Bloques patrón grado 1	LA 08 039 Comparador de Cuadrante MITUTOYO Modelo ID-C125MB Con incertidumbre del orden de 2,4 µm	INDECOPI SNM/LLA - 109 - 2015

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INDECOPI - SNM en el instrumento.
(*) El instrumento no tiene número de serie. Esta identificación se encuentra pegada sobre el instrumento.

ANEXO 5: CINTA MÉTRICA: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Servicio
Nacional de Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA - 256 - 2015

Página 3 de 4

Resultados de Medición

INDICACION DE LA CINTA (m)	VALOR ENCONTRADO (m)	CORRECCIÓN ENCONTRADO (mm)	ERROR MAXIMO PERMISIBLE CLASE III \pm (mm)
0,0	0,0000	0,0	1,2
5,0	4,9995	-0,5	5,2
10,0	9,9996	-0,4	9,2
15,0	14,9993	-0,7	13,2
20,0	20,0001	0,1	17,2
25,0	25,0005	0,5	21,2
30,0	30,0003	0,3	25,2
35,0	35,0005	0,5	29,2
40,0	40,0012	1,2	33,2
45,0	45,0009	0,9	37,2
50,0	50,0010	1,0	41,2

Incertidumbre de medición : 0,3 mm (De 0 m a 2,5 m)

Incertidumbre de medición : 0,7 mm (Mayor de 2,5 m a 15 m)

Incertidumbre de medición : 1,0 mm (Mayor de 15 m hasta 30 m)

Incertidumbre de medición : 1,3 mm (Mayor de 30 m hasta 45 m)

Incertidumbre de medición : 1,5 mm (Mayor a 45 m)

TENSION APLICADA: 20 N

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – Indecopi
Servicio Nacional de Metrología
Calle De La Prosa 104, San Borja Lima – Perú / Telf.: 2247800 Anexo 8601
email: metrologia@indecopi.gob.pe
WEB: www.indecopi.gob.pe



Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA - 256 - 2015

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement"). La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA - SNM

El Servicio Nacional de Metrología (SNM) fue creado el 6 de Enero de 1983 mediante la Ley N° 23560 y ha sido encomendado al INDECOPI - mediante el Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El SNM cuenta con Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con los requisitos de las Normas ISO 9001, ISO Guía 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

El SNM cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. El Servicio Nacional de Metrología -Indecopi es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Inter comparaciones realizadas por el SIM.

ANEXO 6: CRONÓMETRO: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Certificado de Calibración

LTF - C - 007 - 2016

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 5

Expediente	86850	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL	
Dirección	Av. Canadá 1542 - San Borja	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).
Instrumento de Medición	CRONÓMETRO	
Marca	TRACEABLE	This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).
Modelo	1034	
Procedencia	NO INDICA	
Alcance de Indicación	9 h 59 min 59,99 s	
Resolución	0,01 s	
Exactitud	0,0005% (*)	
Número de Serie	130658860	
Fecha de Calibración	2016-01-13 al 2016-01-15	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Area de Electricidad y Temperatura	Responsable del laboratorio
 2016-01-15	 HENRY POSTIGO LINARES	 HENRY DIAZ/CHONATE

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 815, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 8601
Email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



ANEXO 6: CRONÓMETRO: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LTF - C – 007 – 2016

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 5

Método de Calibración

Calibración efectuada por el método de inducción midiendo la frecuencia del cronómetro con un contador de frecuencias

Lugar de Calibración

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia
Avenida Canadá 1542; San Borja, Lima.

Condiciones Ambientales

Temperatura	23,0 °C ± 1,6 °C
Humedad Relativa	60,4 % ± 8,0 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado
Comandado por el Oscilador de Cesio Symmetricom 5071A el cual pertenece a la redSIM Time Scale Comparisons via GPS Common-View http://gps.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe	Contador de Frecuencias Agilent 53220A
Patrón de referencia	Oscilador de Cesio Symmetricom 5071A
Desviación fraccional de frecuencia ($\Delta f/f$)	$-8,0 \times 10^{-15}$
Estabilidad en Frecuencia $\sigma_y(t)$	$2,7 \times 10^{-14}$

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de la Dirección de Metrología - INACAL. La calibración se realizó midiendo directamente la frecuencia de la base de tiempo del cronómetro.

ANEXO 6: CRONÓMETRO: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LTF - C – 007 – 2016

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 5

Resultados de medición

RESULTADOS OBTENIDOS EN TIEMPO DEL CRONÓMETRO

Indicación ¹			Indicación ²	Tiempo de ensayo ³	Error	Incertidumbre	EMP
h	min	s	t (s)	t ₀ (s)	E (s)	U (s)	(s)
0	00	01,00	01,00	01,00	0,0000019	0,0000001	0,0000050
0	00	02,00	02,00	02,00	0,0000037	0,0000002	0,0000100
0	00	04,00	04,00	04,00	0,0000075	0,0000004	0,0000200
0	00	08,00	08,00	08,00	0,000015	0,000001	0,000040
0	00	16,00	16,00	16,00	0,000030	0,000002	0,000080
0	00	32,00	32,00	32,00	0,000060	0,000003	0,000160
0	01	04,00	64,00	64,00	0,00012	0,00001	0,00032
0	02	08,00	128,00	128,00	0,00024	0,00001	0,00064
0	04	16,00	256,00	256,00	0,00048	0,00003	0,00128
0	08	32,00	512,00	512,00	0,00096	0,00005	0,00256
0	17	04,00	1024,00	1024,00	0,0019	0,0001	0,0051
0	34	08,00	2048,00	2048,00	0,0038	0,0002	0,0102
1	08	16,01	4096,01	4096,00	0,0077	0,0004	0,0205
2	16	32,02	8192,02	8192,00	0,015	0,001	0,041
4	33	04,03	16384,03	16384,00	0,031	0,002	0,082
9	06	08,06	32768,06	32768,00	0,061	0,003	0,164

¹ Indicación del cronómetro en su display LCD.

² Indicación del cronómetro expresado en segundos.

³ Tiempo de ensayo (referencia) del cronómetro o tiempo convencionalmente verdadero.

El tiempo convencionalmente verdadero t_0 puede obtenerse, dentro del alcance calibrado, a partir de la indicación t del cronómetro usando la siguiente ecuación:

$$t_0 = (1 - E_r \pm U_r) \times t$$

donde:

$E_r = \Delta t/t_0$ es la llamada desviación fraccional de tiempo o error relativo del cronómetro.

La incertidumbre en la determinación de E_r es U_r y para este cronómetro se ha encontrado que:

$$E_r = 1,87 \mu\text{s/s} \quad U_r = 0,10 \mu\text{s/s}$$

Por ello para este cronómetro:

$$t_0 = (0,99999813 \pm 0,00000010) \times t$$

El error E y la incertidumbre expandida U de la calibración pueden encontrarse (en segundos) para cualquier tiempo t_0 , dentro del alcance calibrado, usando las ecuaciones:

$$E = E_r \times t_0 \quad U = U_r \times t_0$$

Por ello para este cronómetro:

$$E = 0,00000187 \times t_0 \quad U = 0,00000010 \times t_0$$

El error relativo máximo permisible E_r de este instrumento declarado por el fabricante es:

$$E_r = 0,0005 \% = 5 \mu\text{s/s} \quad (\text{el fabricante ha usado el término "accuracy" para este parámetro}).$$

El error máximo permisible EMP de este instrumento (declarado por el fabricante) puede calcularse para cualquier tiempo t_0 , dentro del alcance calibrado, usando la ecuación:

$$EMP = E_r \times t_0 = 0,000005 \times t_0$$

Nota 1: Cuando se realicen mediciones con este cronómetro se deberá evaluar la incertidumbre de la medición real considerando, entre otras, como componentes adicionales la incertidumbre de la calibración U , la incertidumbre debida a la resolución del cronómetro $U_d = d/(2\sqrt{3})$ (donde d es la resolución del cronómetro) y la incertidumbre debida al funcionamiento del botón de arranque y parada (start/stop) U_{ss} .

Nota 2: Si la desviación máxima permisible de la medición de tiempo para el usuario (tolerancia cuando se trabaja con el instrumento) es mucho mayor que EMP , el cronómetro cumple con dicho EMP y es correctamente usado, entonces puede ser suficiente usar como tiempo convencionalmente verdadero la misma indicación t del cronómetro y podría considerarse que la incertidumbre total está dada esencialmente por la combinación de EMP , U_d y U_{ss} .

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 815, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 8601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



ANEXO 6: CRONÓMETRO: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LTF - C – 007 – 2016

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 4 de 5

MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA DEL CRONÓMETRO

FRECUENCIA (Hz)		$\Delta f/f_0$ ($\mu\text{Hz}/\text{Hz}$)
FUNDAMENTAL f_0	MEDIDA f	
32768	32768,061394	1,87

Nota: La frecuencia fundamental del cronómetro es la base de tiempo con la cual funciona el instrumento.

donde: $(f-f_0)/f_0 = \Delta f/f_0 \pm U_f$ Con: $U_f = 2 \times \sigma_y(t)$

Incertidumbre relativa de medición (U_f): **0,10 $\mu\text{Hz}/\text{Hz}$**

donde:

f : Frecuencia medida del cronómetro.

f_0 : Frecuencia nominal (fundamental) del cronómetro.

$\Delta f/f_0$: Desviación fraccional de frecuencia.

U_f : Incertidumbre relativa de medición en términos de la desviación de Allan.

$\sigma_y(t)$: Desviación de Allan.

Si $\Delta f/f_0$ es positivo, se tiene que la frecuencia medida (f) es mayor a la frecuencial nominal (f_0), por lo cual el cronómetro se adelanta ($\Delta t/t_0 > 0$). Si $\Delta f/f_0$ es negativo, el cronómetro se atrasa ($\Delta t/t_0 < 0$).

Los resultados en tiempo se obtienen de la medición de la frecuencia del cronómetro usando la siguiente relación:

$$\Delta f/f_0 = \Delta t/t_0$$

Nota

(*) Dato tomado de la hoja de especificaciones del cronómetro.

ANEXO 6: CRONÓMETRO: CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Certificado de Calibración

LTF - C – 007 – 2016

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 5 de 5

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas ISO Guía 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

LABORATORIO DE TIEMPO Y FRECUENCIA - LTF






Diversos servicios del Laboratorio de Tiempo y Frecuencia cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM en el siguiente link <http://www.inacal.gob.pe/inacal/index.php/reconocimiento-internacional/cmcs-registradas-en-el-bipm>.

Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 815, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 8601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe








ANEXO 7: TABLA N° 4 – DAP ANTES: FRACCIONADO DE MACELOS

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS			
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS			
RAZÓN SOCIAL:		GALLOS MARMOLERIA SA		RUC: 20123444656	
RESUMEN:		DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN		SECCIÓN: FRACCIONADO DE MACELO	
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL				
OPERACIÓN	8				
INSPECCIÓN	1				
TRANSPORTE	6				
DEMORA	1				
ALMACENAJE	1				
TOTAL	17				
		OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ		FECHA:	
				INDICADOR	
				ACTUAL	X
				MEJORADO	
				TIEMPO MINUTOS	OBSERV.
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD			
					
01	Colocación del macelo en mesa del telar				
02	Transportate del macelo hacia al telar				
03	Entrada del macelo al telar "Maxfill"				
04	Colocar ganchos a la mesa del Maxfill				
05	Elevar macelo a la zona de corte del Maxfill				
06	Corte superior del macelo				
07	Corte medio del macelo				
08	Corte inferior del macelo				
09	Bajar filañas de la zona de corte del Maxfill				
10	Quitar ganchos a la mesa del Maxfill				
11	Transportar mesa del telar al frontis del Ma				
12	Acomodar filañas a los costados de la mes				
13	Verificar filañas producidas				
14	Colocar costras a la tolva de desechos				
15	Almacenar filañas buenas en los caballete				
16	Llamar al montacarguista				
17	Llevar caballetes a la zona de corte y pulid				
				MINUTOS TOTALES	
				00:15:02	

Fuente: Datos procesados mediante el Excel


Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 8: TABLA N° 5 – DAP ANTES: CORTE Y PULIDO

 GALLOS MÁRMOL		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS			
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS			
RAZÓN SOCIAL:		GALLOS MARMOLERIA SA		RUC: 20123444656	
RESUMEN:		DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN		SECCIÓN: CORTE Y PULIDO	
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL				
OPERACIÓN	3				
INSPECCIÓN	0				
TRANSPORTE	4				
DEMORA	3	OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ		FECHA:	
ALMACENAJE	1	MÉTODO :		INDICADOR	
TOTAL	11			ACTUAL	X
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD			
					
01	Dirigirse al caballete				
02	Llevar filaña a la mesa				
03	Espera - identificar la beta				
04	Llevar filaña a la descabezadora				
05	Descabezado o corte				
06	Llevar a la faja transportadora				
07	Entra a la calibradora - pulidora				
08	Espera en mesa de salida				
09	Almacenar en caballetes				
10	Llamar al montacarguista				
11	Llevar caballetes a la zona de estucado				
MINUTOS TOTALES					







*Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017*

ANEXO 9: TABLA N° 6 – DAP ANTES: ESTUCADO

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS													
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS															
RAZÓN SOCIAL:				GALLOS MARMOLERIA SA				RUC: 20123444656							
RESUMEN:				DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN				SECCIÓN: ESTUCADO							
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA												
OPERACIÓN	2														
INSPECCIÓN	1														
TRASPORTE	4														
DEMORA	0			OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ				FECHA:							
ALMACENAJE	1			MÉTODO :											
TOTAL	8							INDICADOR							
								MEJORADO				X			
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO MINUTOS	OBSERV.							
		●	➡	■	D	▼									
01	Dirigirse al caballete	●					00:00:31								
02	Llevar filaña a la mesa		➡				00:00:09								
03	Empujar hacia la faja transportadora			■			00:00:12								
04	Ingreso al área de estucado				D		00:00:08								
05	Verificar las tres ollas con cemento					▼	00:00:14								
06	Espera en mesa de salida						00:00:08								
07	Almacenar en caballetes - secado						00:03:15								
08	Llevar caballetes a la zona de acabados						00:00:29								
MINUTOS TOTALES							00:05:06								







Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 10: TABLA N° 7 – DAP ANTES: ACABADOS

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS						
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS						
RAZÓN SOCIAL:		GALLOS MARMOLERIA SA				RUC: 20123444656		
RESUMEN:		DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN				SECCIÓN: ACABADOS		
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL							MET. MEJORADO
OPERACIÓN	6							
INSPECCIÓN	2							
TRANSPORTE	6							
DEMORA	0							
ALMACENAJE	1							
TOTAL	15							
		OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ				FECHA:		
						INDICADOR		
		MÉTODO :				ACTUAL	X	
						MEJORADO		
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO MINUTOS	OBSERV.
								
01	Dirigirse al caballete						00:00:31	
02	Llevar filaña a la mesa						00:00:08	
03	Empujar hacia la faja transportadora						00:00:14	
04	Llevar filaña a la cortadora múltiple						00:00:16	
05	Cortado de filañas en baldosas según formato						00:00:13	
06	Llevar baldosa a la calibradora - pulidora						00:00:39	
07	Ingreso en la calibradora pulidora						00:04:43	
08	Trasporte a secadora						00:00:30	
09	Secado y realce de brillo						00:00:10	
10	Verificar de salida en baldosas según formato						00:00:22	
11	Viselado de cantos						00:00:19	
12	Control de calidad						00:00:29	
13	Embalaje en cajas de cartón						00:00:09	
14	Almacenamiento en canastillas de madera						00:00:53	
15	Llevar a zona de despacho						00:00:43	
MINUTOS TOTALES							00:10:19	

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017


ANEXO 11: TABLA N° 09 – DAP FRACCIONADO DE MACELOS

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS							
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS							
RAZÓN SOCIAL:		GALLOS MARMOLERIA SA			RUC: 20123444656				
RESUMEN:				DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN		SECCIÓN: FRACCIONADO DE MACELO			
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA						
OPERACIÓN	8								
INSPECCIÓN	1								
TRANSPORTE	5								
DEMORA	1			OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ		FECHA:			
ALMACENAJE	1			MÉTODO :		INDICADOR			
TOTAL	16					ACTUAL	X		
						MEJORADO	X		
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			TIPO DE ACTIVIDAD			TIEMPO MINUTOS	OBSERV.	
									
01	Colocación del macelo en mesa del telar							00:01:02	
02	Transportate del macelo hacia al telar							00:00:14	
03	Entrada del macelo al telar "Maxfill"							00:00:05	
04	Colocar ganchos a la mesa del Maxfill							00:00:12	
05	Elevar macelo a la zona de corte del Maxfill							00:00:39	
06	Corte superior del macelo							00:03:00	el corte de un macelo rinde hasta 90 filañas de 1.5 cm de espesor
07	Corte medio del macelo							00:03:00	
08	Corte inferior del macelo							00:02:30	
09	Bajar filañas de la zona de corte del Maxfill							00:00:39	
10	Quitar ganchos a la mesa del Maxfill							00:00:13	
11	Transportar mesa del telar al frontis del Ma							00:00:07	
12	Acomodar filañas a los costados de la mes							00:00:04	
13	Verificar filañas producidas							00:00:09	
14	Almacenar filañas buenas en los caballete							00:00:39	
15	Llamar al montacarguista							00:00:10	
16	Llevar caballetes a la zona de corte y pulid							00:00:37	
MINUTOS TOTALES							00:13:20		

Fuente: Datos procesados mediante el Excel





Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 12: TABLA N° 10 – DAP CORTE Y PULIDO

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS													
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS															
RAZÓN SOCIAL:				GALLOS MARMOLERIA SA				RUC: 20123444656							
RESUMEN:				DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN				SECCIÓN: CORTE Y PULIDO							
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA												
OPERACIÓN	3			OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ				FECHA:							
INSPECCIÓN	0														
TRASPORTE	4			MÉTODO :				INDICADOR							
DEMORA	3														
ALMACENAJE	1			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -5px;">→</div> </div> </div>				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ACTUAL</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MEJORADO</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table>				ACTUAL	X	MEJORADO	X
ACTUAL	X														
MEJORADO	X														
TOTAL	11														
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO MINUTOS	OBSERV.							
		●	➡	■	D	▼									
01	Dirigirse al caballete	●					00:00:34								
02	Llevar filaña a la mesa		➡				00:00:10								
03	Espera - identificar la beta						00:00:35								
04	Llevar filaña a la descabezadora		➡				00:00:19								
05	Descabezado o corte						00:00:28								
06	Llevar a la faja transportadora		➡				00:00:39								
07	Entra a la calibradora - pulidora						00:04:41								
08	Espera en mesa de salida						00:00:14								
09	Almacenar en caballetes						00:00:09								
10	Llamar al montacarguista						00:00:53								
11	Llevar caballetes a la zona de estucado		➡				00:00:39								
MINUTOS TOTALES							00:09:21								







Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 13: TABLA N° 11 – DAP ESTUCADO

		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS					
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS					
RAZÓN SOCIAL:		GALLOS MARMOLERIA SA				RUC: 20123444656	
RESUMEN:		DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN				SECCIÓN: ESTUCADO	
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL						
OPERACIÓN	2						
INSPECCIÓN	1						
TRASPORTE	4						
DEMORA	0						
ALMACENAJE	1						
TOTAL	8						
		OBSERVADOR: CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ				FECHA:	
		MÉTODO :				INDICADOR	
						ACTUAL	
						MEJORADO	X
		TIPO DE ACTIVIDAD				TIEMPO MINUTOS	OBSERV.
							
01	Dirigirse al caballete					00:00:31	
02	Llevar filaña a la mesa					00:00:09	
03	Empujar hacia la faja transportadora					00:00:12	
04	Ingreso al área de estucado					00:00:08	
05	Verificar las tres ollas con cemento					00:00:11	
06	Espera en mesa de salida					00:00:05	
07	Almacenar en caballetes - secado					00:03:10	
08	Llevar caballetes a la zona de acabados					00:00:27	
		MINUTOS TOTALES				00:04:53	

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 14: TABLA N° 12 – DAP ACABADOS

 GALLOS MÁRMOL		FORMATO N° 1.- MOVIMIENTOS									
		DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS									
		RAZÓN SOCIAL:					GALLOS MARMOLERIA SA		RUC: 20123444656		
RESUMEN:				DEPARTAMENTO / AREA: PRODUCCIÓN					SECCIÓN: ACABADOS		
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA								
OPERACIÓN	6										
INSPECCIÓN	2										
TRANSPORTE	6										
DEMORA	0			OBSERVADOR:		CARLOS ALBERTO QUIROZ SÁNCHEZ					
ALMACENAJE	1			FECHA:							
TOTAL	15								INDICADOR		
				MÉTODO :					ACTUAL		
									MEJORADO	X	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD					TIEMPO MINUTOS	OBSERV.			
											
01	Dirigirse al caballete						00:00:28				
02	Llevar filaña a la mesa						00:00:08				
03	Empujar hacia la faja transportadora						00:00:14				
04	Llevar filaña a la cortadora múltiple						00:00:16				
05	Cortado de filañas en baldosas según formato						00:00:13				
06	Llevar baldosa a la calibradora - pulidora						00:00:39				
07	Ingreso en la calibradora pulidora						00:04:43				
08	Trasporte a secadora						00:00:30				
09	Secado y realce de brillo						00:00:10				
10	Verificar de salida en baldosas según formato						00:00:16				
11	Viselado de cantos						00:00:19				
12	Control de calidad						00:00:27				
13	Embalaje en cajas de cartón						00:00:09				
14	Almacenamiento en canastillas de madera						00:00:53				
15	Llevar a zona de despacho						00:00:43				
MINUTOS TOTALES							00:10:08				

Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017

ANEXO 15: TABLA N° 15 – RESUMEN GENERAL – ANTES Y DESPUÉS

A N T E S	RESUMEN GENERAL																PROMEDIO
	DESCRIPCIÓN	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	
	TIEMPO ÚTIL	552	556	559	558	552	560	560	558	558	560	560	560	560	558	560	558,10
	TIEMPO TOTAL - PROGRAMADO	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600,00
	TIEMPO MUERTO	47,80	43,77	40,65	41,93	47,98	40,47	39,55	42,30	41,57	40,10	40,28	39,92	40,28	41,57	40,28	41,90
	EFICIENCIA	0,920	0,927	0,932	0,930	0,920	0,933	0,934	0,930	0,931	0,933	0,933	0,933	0,933	0,931	0,933	0,930
	UNIDADES PRODUCIDAS - m2	4,848	5,109	5,031	5,097	4,832	4,902	4,989	4,901	5,128	4,912	4,804	5,077	4,882	4,839	4,943	4,952,93
	EFICACIA - m2/min	8,78	9,18	8,99	9,13	8,75	8,76	8,90	8,79	9,18	8,77	8,58	9,06	8,72	8,67	8,83	8,87
D E S P U É S	PRODUCTIVIDAD - m2/min	8,08	8,52	8,39	8,50	8,05	8,17	8,32	8,17	8,55	8,19	8,01	8,46	8,14	8,07	8,24	8,25
	RESUMEN GENERAL																PROMEDIO
	DESCRIPCIÓN	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	
	TIEMPO ÚTIL	598	598	597	598	594	598	595	598	596	598	598	599	597	597	563	594,91
	TIEMPO TOTAL - PROGRAMADO	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600,00
	TIEMPO MUERTO	1,78	2,22	2,87	2,00	6,33	2,22	5,25	2,43	3,52	2,22	1,57	0,70	3,30	3,08	36,80	5,09
	EFICIENCIA	0,997	0,996	0,995	0,997	0,989	0,996	0,991	0,996	0,994	0,996	0,997	0,999	0,995	0,995	0,939	0,992
	UNIDADES PRODUCIDAS - m2	8,892	8,170	8,357	8,467	8,144	8,705	8,405	8,570	8,940	8,741	8,298	8,179	8,135	8,375	8,482	8,457,33
S	EFICACIA - m2/min	14,86	13,67	14,00	14,16	13,72	14,56	14,13	14,34	14,99	14,62	13,87	13,65	13,63	14,03	15,06	14,22
	PRODUCTIVIDAD - m2/min	14,82	13,62	13,93	14,11	13,57	14,51	14,01	14,28	14,90	14,57	13,83	13,63	13,56	13,96	14,14	14,10

*Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017*

ANEXO 16: TABLA N° 18 – FLUJO DE CAJA ANTES

ANTES																
CAJA DE FLUJO - ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN																
INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		4848	5109	5031	5097	4832	4902	4989	4901	5128	4912	4804	5077	4882	4839	4943
VENTAS		157,560,00	166,042,50	163,507,50	165,652,50	157,040,00	159,315,00	162,142,50	159,282,50	166,660,00	159,640,00	156,130,00	165,002,50	158,665,00	157,267,50	160,647,50
TOTAL INGRESOS		157,560,00	166,042,50	163,507,50	165,652,50	157,040,00	159,315,00	162,142,50	159,282,50	166,660,00	159,640,00	156,130,00	165,002,50	158,665,00	157,267,50	160,647,50
EGRESOS																
SUELDOS Y SALARIOS		8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00
COMPRAS		69,326,40	73,058,70	71,943,30	72,887,10	69,097,60	70,098,60	71,342,70	70,084,30	73,330,40	70,241,60	68,697,20	72,601,10	69,812,60	69,197,70	70,684,90
GASTOS GENERALES		15,701,24	17,007,55	16,617,16	16,947,49	15,621,16	15,971,51	16,406,95	15,966,51	17,102,64	16,021,56	15,481,02	16,847,39	15,871,41	15,656,20	16,176,72
GASTOS DIRECTOS		45,062,16	47,488,16	46,763,15	47,376,62	44,913,44	45,564,09	46,372,76	45,554,80	47,664,76	45,657,04	44,653,18	47,190,72	45,378,19	44,978,51	45,945,19
TRASPORTE		6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00	6,000,00
TOTAL EGRESOS	0,00	144,652,80	152,117,40	149,886,60	151,774,20	144,195,20	146,197,20	148,685,40	146,168,60	152,660,80	146,483,20	143,394,40	151,202,20	145,625,20	144,395,40	147,369,80
FLUJO NETO	0,00	12,907,20	13,925,10	13,620,90	13,878,30	12,844,80	13,117,80	13,457,10	13,113,90	13,999,20	13,156,80	12,735,60	13,800,30	13,039,80	12,872,10	13,277,70

*Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017*

ANEXO 17: TABLA N° 19 – FLUJO DE CAJA DESPUÉS

DESPUÉS																
CAJA DE FLUJO - DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN																
INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		8892	8170	8357	8467	8144	8705	8405	8570	8940	8741	8298	8179	8135	8375	8482
VENTAS		288,990,00	265,525,00	271,602,50	275,177,50	264,680,00	282,912,50	273,162,50	278,525,00	290,550,00	284,082,50	269,685,00	265,817,50	264,387,50	272,187,50	275,665,00
TOTAL INGRESOS		288,990,00	265,525,00	271,602,50	275,177,50	264,680,00	282,912,50	273,162,50	278,525,00	290,550,00	284,082,50	269,685,00	265,817,50	264,387,50	272,187,50	275,665,00
EGRESOS																
ESTUCADORA EXT.	60,000,00															
MODIFICACIONES	1,500,00															
SUELDOS Y SALARIOS		8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00	8,563,00
COMPRAS		121,321,20	127,852,73	125,900,78	127,552,43	120,920,80	122,672,55	124,849,73	122,647,53	128,328,20	122,922,80	120,220,10	127,051,93	122,172,05	121,095,98	123,698,58
GASTOS GENERALES		15,701,24	17,007,55	16,617,16	16,947,49	15,621,16	15,971,51	16,406,95	15,966,51	17,102,64	16,021,56	15,481,02	16,847,39	15,871,41	15,656,20	16,176,72
GASTOS DIRECTOS		45,062,16	47,488,16	46,763,15	47,376,62	44,913,44	45,564,09	46,372,76	45,554,80	47,664,76	45,657,04	44,653,18	47,190,72	45,378,19	44,978,51	45,945,19
TRASPORTE		12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00	12,000,00
TOTAL EGRESOS	61,500,00	202,647,60	212,911,43	209,844,08	212,439,53	202,018,40	204,771,15	208,192,43	204,731,83	213,658,60	205,164,40	200,917,30	211,653,03	203,984,65	202,293,68	206,383,48
FLUJO NETO	-61500,00	86,342,40	52,613,58	61,758,43	62,737,98	62,661,60	78,141,35	64,970,08	73,793,18	76,891,40	78,918,10	68,767,70	54,164,48	60,402,85	69,893,83	69,281,53

*Fuente: Datos procesados mediante el Excel
Elaborado por el responsable de la investigación 2017*

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [01/06]



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE INDEPENDIENTE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Ficha de observación: Formato N° 1.- Movimientos	✓		✓		✓		
2	Cronómetro	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Ficha de observación: Formato N° 2.- Tiempo estándar	✓		✓		✓		
5	Cronómetro	✓		✓		✓		
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Desmond Mejia Ayala DNI: 47219339

Especialidad del validador: Area Direccion de Operaciones y Logística

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de 10 de 11 del 2016

Firma del Experto Informante.

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [02/06]



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE DEPENDIENTE

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	Ficha de observación: Formato N° 3.- Índice de eficiencia	✓		✓		✓		
2	Cinta métrica – Stanley 5m/16'	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Ficha de observación: Formato N° 4.- Indicador de eficacia	✓		✓		✓		
5								
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Reynold Mejía Ayala DNI: 9229339

Especialidad del validador: Mg en Dirección de Operaciones y Logística

...10...de...11...del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [03/06]



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE INDEPENDIENTE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Ficha de observación: Formato N° 1.- Movimientos	✓		✓		✓		
2	Cronómetro	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Ficha de observación: Formato N° 2.- Tiempo estándar	✓		✓		✓		
5	Cronómetro	✓		✓		✓		
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [✓] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Alzamora Palomino Vanessa DNI: 42127891

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de 10 de 11 del 2016



Firma del Experto Informante.

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [04/06]



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE DEPENDIENTE

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	Ficha de observación: Formato N° 3.- Índice de eficiencia	✓		✓		✓		
2	Cinta métrica – Stanley 5m/16'	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2							
4	Ficha de observación: Formato N° 4.- Indicador de eficacia	✓		✓		✓		
5								
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Alzamora Palomino Vanessa DNI: 42127891

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....10 de 11.....del 2016



 Firma del Experto Informante.

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [05/06]



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE INDEPENDIENTE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Ficha de observación: Formato N° 1.- Movimientos	✓		✓		✓		
2	Cronómetro	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Ficha de observación: Formato N° 2.- Tiempo estándar	✓		✓		✓		
5	Cronómetro	✓		✓		✓		
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: ZENA RAMOS JOSÉ LA ROSA DNI: 17533125

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....10 de del 2016

Firma del Experto Informante.

ANEXO 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS [06/06]



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: VARIABLE DEPENDIENTE

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1							
1	Ficha de observación: Formato N° 3.- Índice de eficiencia	✓		✓		✓		
2	Cinta métrica – Stanley 5m/16'	✓		✓		✓		
3								
	DIMENSIÓN 2							
4	Ficha de observación: Formato N° 4.- Indicador de eficacia	✓		✓		✓		
5								
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: ZENA RAMOS JOSE LA ROSA DNI: 17533125

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

10 de 11 del 2016

Firma del Experto Informante.

ANEXO 19: MATRIZ DE CONSISTENCIA

VAR.	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIM.	INDICADORES	ESC. MED.
INDEPENDIENTE INGENIERÍA DE MÉTODOS	PG: ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?	OG: Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.	HG: La aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en la planta de producción de baldosas de mármol y travertinos N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.	Para Salazar (2012), la ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico de la metodología existente y proyectada [...] tiene como objetivo fundamental aplicar métodos más sencillos y eficientes para lograr aumentar la productividad de cualquier sistema productivo. (p. 19).	El proceso mediante el cual se medirán los métodos de trabajo serán las técnicas de estudio de movimientos, la aplicación de mejoras en esta y la repercusión de estos cambios en el estudio de tiempos.	ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	$N^{\circ} MR = MA - MM$ <p>N° MR= N° movimientos reducidos MA= movimientos actuales MM= movimientos mejorados</p>	RAZÓN
	PE1: ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?	OE1: Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.	HE1: La aplicación de ingeniería de métodos mejora la eficiencia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.			ESTUDIO DE TIEMPOS	$TS = TN * (1 + S)$ <p>TS= tiempo estándar TN= tiempo normal S= suplementos</p>	RAZÓN
DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD				Según González, la productividad se define normalmente como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción [...] y los recursos utilizados para obtenerla; por lo tanto también puede ser definida como la relación entre los	El proceso mediante el cual se medirá la productividad será a través de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia; para lograr maximizar resultados y a su vez minimizar la utilización de los recursos.	EFICIENCIA	$E_{FEA} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$ <p>EFEA= Eficiencia</p>	RAZÓN
				HE2: La aplicación de ingeniería de métodos mejora la		EFICACIA	$E_{FAA} = \frac{\text{Unds. producidas}}{\text{Tiempo útil}}$ <p>EFAA= Eficacia</p>	RAZÓN

	<p>PE2: ¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016?</p>	<p>OE2: Determinar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejorará la eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.</p>	<p>eficacia en la producción de baldosas de mármol y travertinos en la planta N° 2 de la empresa Gallos Marmolería SA del distrito de Lurín, 2016.</p>	<p>resultados logrados y los recursos utilizado para obtenerlos (2009, p.1).</p>				
--	---	---	--	--	--	--	--	--